Manuel pratique de l'amateur de T.S.F. Télégraphie. Téléphonie. Emission. Réception, par Franck Duroquier. Dessins [...]

MANUEL PRATIQUE

DE

L'AMATEUR DE T. S. F.

TÉLÉGRAPHIE. — TÉLÉPHONIE
ÉMISSION. — RÉCEPTION

PAR

Franck DUROQUIER

PARIS
DUNOD
92, RUE BONAPARTE (VI)
1925

MANUEL PRATIQUE

DE

L'AMATEUR DE T. S. F.

E.-El.

DU MÊME AUTEUR

Éléments de T. S. F. pratique. Dunod, éditeur.
(Un volume illustré).

La Télégraphie sans fil pour Tous. Orlach, éditeur.
(Un volume in-12 illustré) *épuisé*.

Guide de la réception en Télégraphie et Téléphonie sans fil.
(Une brochure in-8° illustrée).

Manuel de l'Amateur pour la construction d'Appareils de Télégraphie et de Téléphonie sans fil.
(Un volume in-8° illustré).

La T. S. F. des Amateurs. 7e édition. Masson, éditeur.
(Un volume de 386 pages et 380 figures).

MANUEL PRATIQUE

DE

L'AMATEUR DE T. S. F.

TÉLÉGRAPHIE. — TÉLÉPHONIE
ÉMISSION. — RÉCEPTION

PAR

Franck DUROQUIER

DESSINS ORIGINAUX DE L'AUTEUR

PARIS

DUNOD

92, RUE BONAPARTE (VI)

1925

AVANT-PROPOS

En composant ce manuel nous nous sommes proposé un double but :

1° Expliquer aux non-initiés, très simplement mais aussi exactement que possible, les principaux phénomènes scientifiques mis en jeu pour l'émission et pour la réception radioélectriques.

2° Décrire à l'intention de l'amateur désireux de confectionner lui-même ses appareils, les meilleurs dispositifs de T. S. F. ; lui en faciliter l'exécution à l'aide de schémas concrets réalisables à peu de frais avec les pièces détachées dont le commerce est actuellement abondamment pourvu ; donner enfin à cet amateur tous les conseils pratiques qui lui permettront d'utiliser au mieux les dispositifs recommandés, de les modifier à sa guise pour des essais comparatifs et de les réparer aisément en cas de panne.

Nous avons écarté de notre exposé théorique toute analyse mathématique, préférant restreindre notre étude que courir le risque d'ennuyer et peut-être de décourager le lecteur ; nous croyons cependant n'avoir rien oublié qui mérite attention.

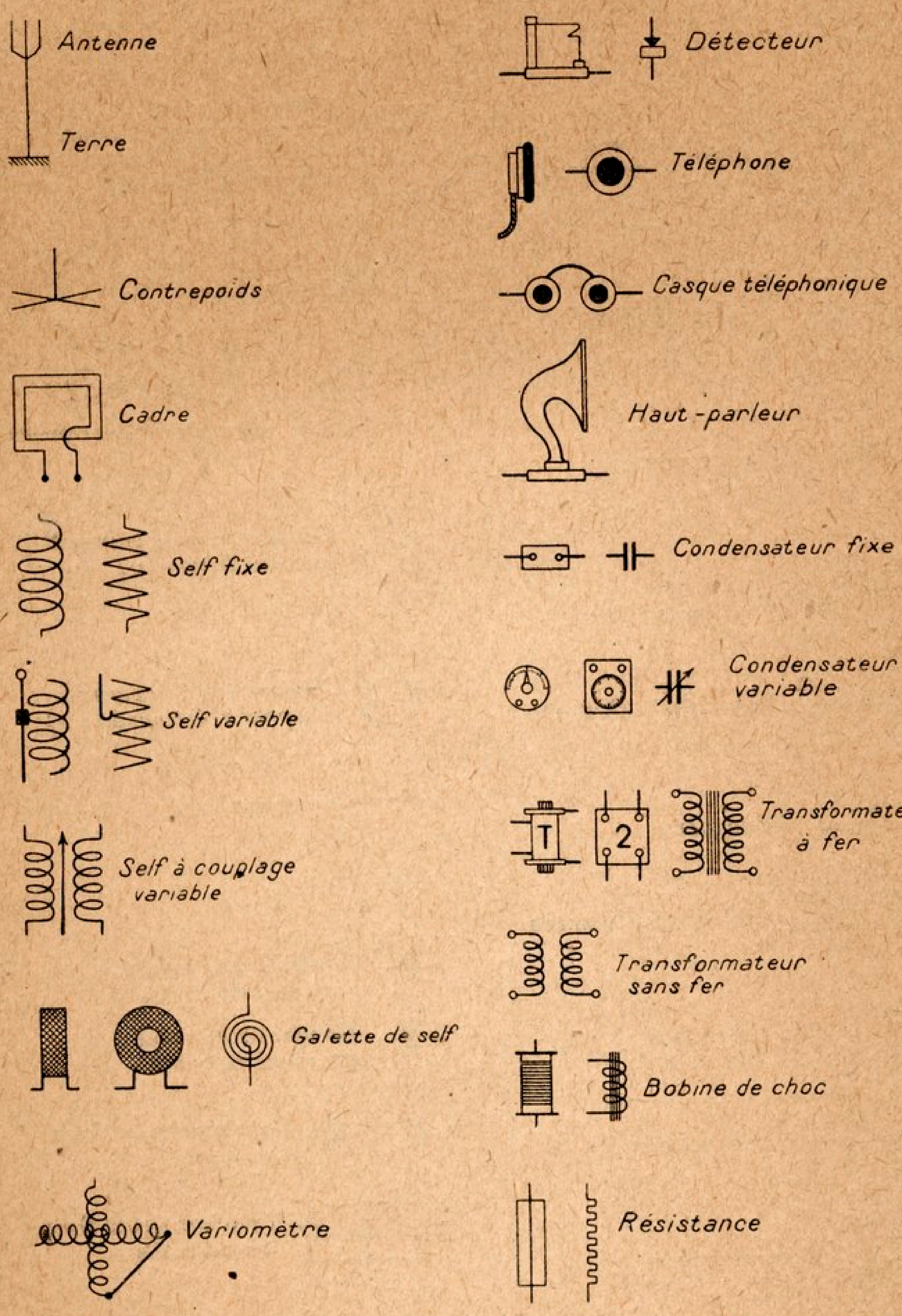
Dans la partie traitant de la construction des appareils, nous avons examiné spécialement les dispositifs

que des références autorisées et nos propres essais classaient parmi les plus efficaces, les plus souples et les moins compliqués. Nous avons négligé les montages de fantaisie et ceux dont les réglages sont laborieux ou le rendement incertain.

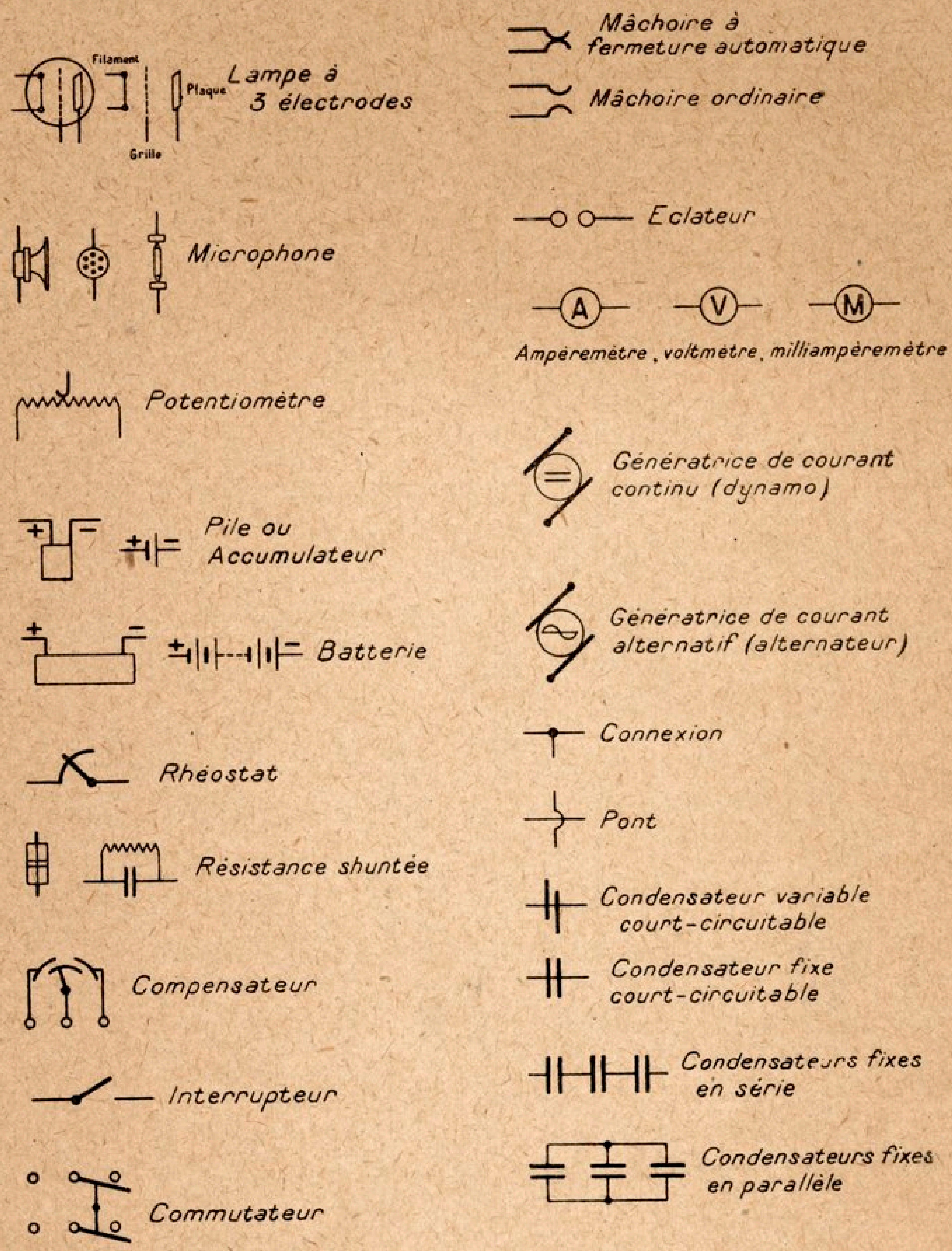
Nous espérons que les amateurs de T. S. F. feront bon accueil à ce nouveau manuel et nous les en remercions cordialement d'avance. Nous recevrons avec reconnaissance les observations et critiques de nos lecteurs, nos prochaines éditions ne pouvant que profiter de cette amicale collaboration.

D'autre part, nous répondrons volontiers aux demandes de renseignements que ces lecteurs voudraient bien nous adresser. Qu'ils viennent à nous en confiance : nous n'avons d'autre ambition que celle de leur être utile et de favoriser l'essor d'une découverte qui a fait beaucoup de bien et semé de la joie à profusion.

F. Duroquier.
Villa Thérèse, à Tours-Portillon,
Indre-et-Loire.



Légende des principaux signes conventionnels employés dans les schémas de cet ouvrage.


Filament
Plaque
Grille
Lampe à 3 électrodes
Microphone
Potentiomètre
Pile ou Accumulateur
Batterie
Rhéostat
Résistance shuntée
Compensateur
Interrupteur
Commutateur
Mâchoire à fermeture automatique
Mâchoire ordinaire
Eclateur
A
V
M
Ampèremètre, voltmètre, milliampèremètre
Génératrice de courant continu (dynamo)
Génératrice de courant alternatif (alternateur)
Connexion
Pont
Condensateur variable court-circuitable
Condensateur fixe court-circuitable
Condensateurs fixes en série
Condensateurs fixes en parallèle

MANUEL PRATIQUE

DE

L'AMATEUR DE T. S. F.

PREMIÈRE PARTIE

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FIL

LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

I. — Généralités.

Le principe de la télégraphie sans fil repose sur la loi de l'*induction électrique* découverte en 1832 par Faraday. L'origine des travaux du savant physicien fut l'étude des phénomènes de l'influence électrique dont quelques effets étaient depuis longtemps connus; on savait, par exemple, que le voisinage d'un corps électrisé suffit pour électriser un corps qui ne possédait auparavant aucune charge électrique, à peu près comme la présence d'une source de chaleur suffit à élever la température des corps plus froids qui l'environnent.

Faraday constata qu'au moment où un courant électrique prend naissance ou s'éteint, augmente ou diminue d'intensité dans un circuit, il se produit dans tout conducteur placé à

proximité un courant électrique momentané, variable comme le courant inducteur.

Ainsi l'énergie électrique fournie au premier circuit ne se dépense pas entièrement dans celui-ci, une certaine quantité se propage à travers l'éther impondérable qui est partout dans l'air et dans les corps, véritable substratum de l'univers, jusqu'au second circuit dans lequel elle détermine une perturbation électrique que les physiciens dénomment *courant d'induction.*

Ce phénomène s'observe mieux lorsque les deux circuits d'expérience sont très rapprochés. On réalise pratiquement cette condition en utilisant deux conducteurs bobinés sur des carcasses concentriques; on dispose ainsi de deux enroulements indépendants mais rapprochés.

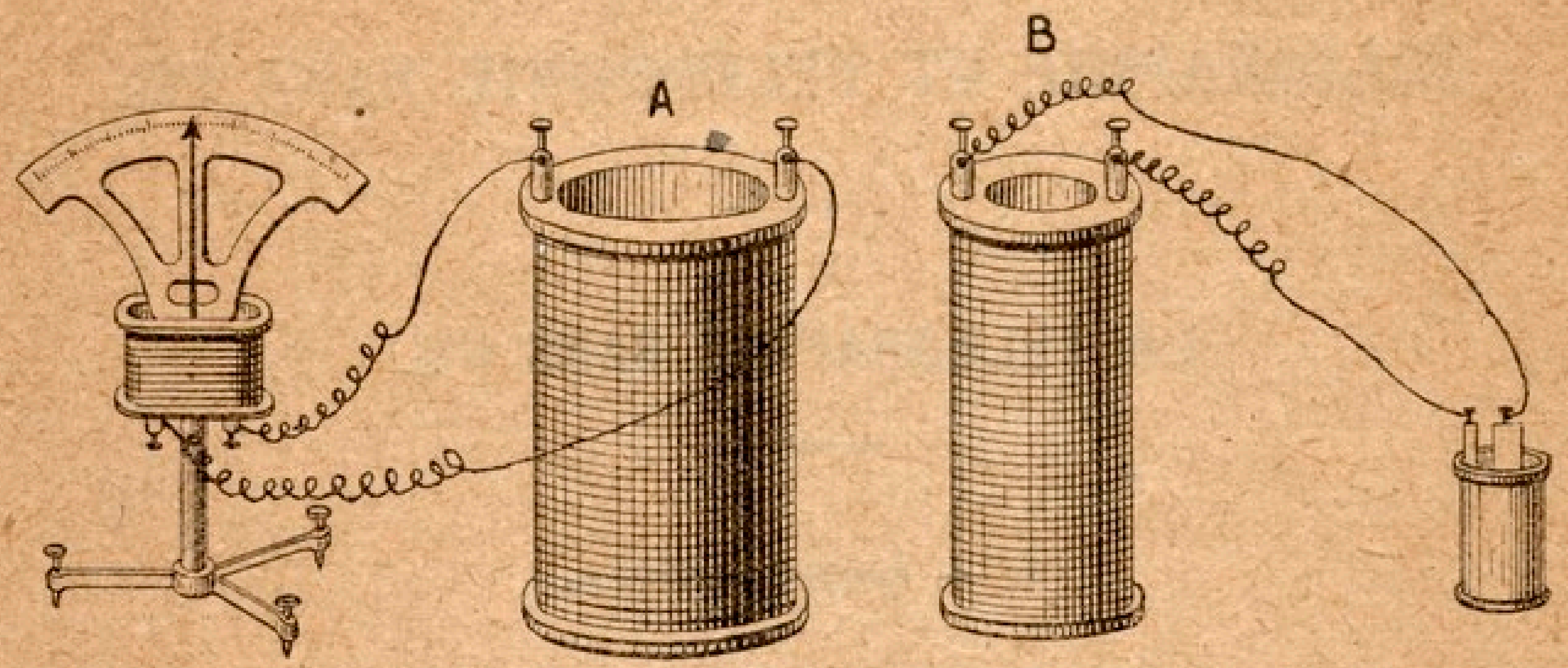


FIG. 1. — Expérience de Faraday.

La bobine A (*fig.* 1) étant mise en série avec un galvanomètre, si l'on introduit dans son axe la bobine B parcourue par le courant d'une pile, la déviation brusque, non persistante, de l'aiguille de l'appareil de contrôle indique qu'il s'est établi dans la bobine A un courant momentané dirigé dans un certain sens.

Qu'on éloigne la bobine B, ou qu'on interrompe le courant qui la traverse, il se produit aussitôt dans la bobine A un second courant instantané *de sens contraire* du premier courant constaté lors de l'introduction de la bobine B dans A.

Il est donc clair que si la bobine B étant placée à l'intérieur de la bobine A, on interrompt très rapidement et rétablit de même le courant inducteur, on obtiendra dans cette dernière bobine des courants d'induction momentanés se suivant à de courts intervalles et *alternativement* de sens contraire ([1]).

Si l'on remplace la bobine B par un barreau aimanté qu'on introduit ou qu'on enlève brusquement de la bobine A, il se forme également dans celle-ci deux courants d'induction, successivement de sens contraire.

Le courant qui produit l'induction est dit courant *primaire*; le nom de courant *secondaire* est réservé au courant induit.

On constate par l'expérience que le courant secondaire gagne en intensité lorsque la bobine inductrice est formée d'un gros fil, et que la bobine induite est faite avec un fil plus fin.

Un noyau de fer doux augmente l'intensité du courant induit parce qu'il se comporte comme un aimant dont l'action électro-magnétique s'ajoute à l'action électro-dynamique de la bobine inductrice au moment de la formation des courants instantanés.

Les mouvements électriques produits par l'induction de courants variables dans les expériences précédentes sont très faibles et ne sauraient être utilisés pour des essais de télécommunication; quelle que soit l'énergie dépensée dans le circuit inducteur, l'ébranlement communiqué par ce dernier à l'éther environnant à chaque variation du courant est trop faible pour exercer un effet perturbateur sensible au delà de quelques centimètres.

Il en est autrement si, au lieu d'utiliser un courant électrique à variations espacées, on utilise des courants alternatifs à *grande fréquence*, car plus les vibrations électriques produites dans un conducteur sont rapides, plus violemment elles ébranlent l'éther environnant le conducteur.

La haute fréquence, en produisant des mouvements pério-

(1) Le courant induit est de sens opposé à celui du courant inducteur, au moment où celui-ci s'établit; il est, au contraire, de même sens lorsque le courant primaire disparaît.

diques très rapprochés, superpose les effets perturbateurs de ces mouvements et en totalise la puissance d'induction. C'est pour une raison analogue que l'appel d'une sirène porte d'autant plus loin qu'il est plus aigu, autrement dit qu'il est déterminé par des vibrations sonores plus fréquentes.

Pour être réellement efficace la fréquence des oscillations électriques utilisables en T. S. F. doit être de 20.000 à 3.000.000 de mouvements périodiques par seconde.

Des variations aussi rapides ne sauraient être obtenues sur courant continu par le jeu d'interrupteurs mécaniques dont la mobilité devrait être fabuleuse; d'autre part, la réalisation

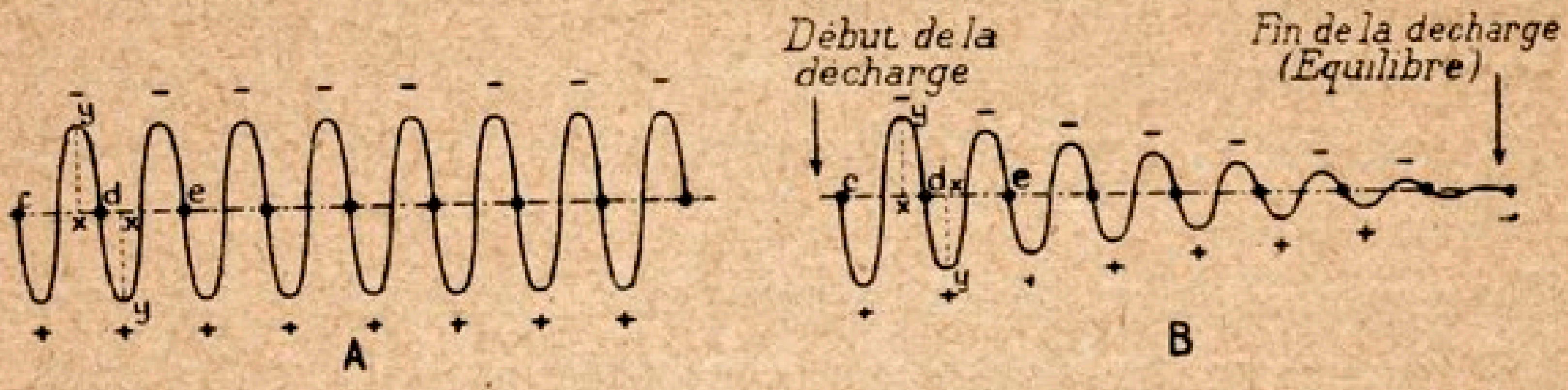


FIG. 2. — Comparaison schématique d'oscillations *entretenues* (A), celles que produisent les alternateurs de haute fréquence et d'oscillations amorties (B), produites par la décharge brusque d'un condensateur.

cd, *de* = longueurs d'onde (invariables) ; xy = amplitude des oscillations (entretenue en A, décroissante en B).

de machines électriques capables de fournir des courants alternatifs de haute fréquence présente des difficultés énormes en raison de l'impossibilité de faire tourner avec une vitesse suffisante les enroulements ou les pièces polaires d'un générateur de courants induits de périodicité convenable.

A défaut de générateur mécanique utilisable pour la production d'oscillations de haute fréquence, on recourt pour obtenir de telles vibrations à un artifice purement électrique : *la décharge brusque d'un condensateur*.

Lorsque la charge électrique de deux conducteurs voisins formant condensateur est suffisante pour qu'une étincelle jaillisse entre eux, il se produit entre les deux conducteurs par l'intermédiaire de cette étincelle un échange d'électricité qui n'est pas limité à la brève durée de la déflagration ; cet échange se prolonge, au contraire, en un mouvement alter-

natif extrêmement rapide déterminant dans les conducteurs et l'étincelle des oscillations de haute fréquence; l'équilibre ne s'établit qu'à la suite d'échanges nombreux d'amplitude décroissante, comme s'établit, au cours d'une pesée par une série d'oscillations d'amplitude décroissante, l'équilibre des plateaux d'une balance.

C'est au physicien allemand Henri Hertz que revient le mérite d'avoir découvert (1) cette propriété oscillatoire de l'étincelle électrique et de s'être rendu compte que les mouvements alternatifs rapides dont elle est la source ne restent pas localisés sur les conducteurs et dans l'étincelle mais se propagent au loin dans toutes les directions comme autour de leur foyer des ondes sonores ou des ondes lumineuses; rayonnement comparable à celui des vagues circulaires provoquées à la surface d'une eau tranquille par la chute d'un corps, avec cette différence que si les ondes liquides élargissent lentement leurs couronnes, les *ondes hertziennes* déplacent leurs vastes orbes à la vitesse inimaginable de 300.000 kilomètres à la seconde, presque huit fois le tour de la terre !

C'est un fait bien connu que la foudre, lorsqu'elle éclate, détermine dans son voisinage de violentes secousses électriques, communément appelées *chocs en retour*, dont les effets se font brutalement sentir assez loin parfois du lieu de la déflagration : animaux tués ou blessés, arbres déracinés, objets déplacés sans avoir été directement touchés par l'orage.

La décharge brusque de l'étincelle électrique est donc bien la source d'une énergie capable de rayonner au loin.

Voici l'expérience classique qu'utilisa Hertz pour démontrer la propagation des ondes qu'il venait de découvrir :

Deux sphères métalliques A et B (*fig.* 3) destinées à emmagasiner de l'électricité sont reliées séparément aux bornes d'une bobine de Ruhmkorff; un conducteur rectiligne coupé en son milieu sert de trait d'union entre les collecteurs tout en ménageant entre eux un faible écartement.

(1) En 1890.

Aussitôt qu'on met en action la bobine de Ruhmkorff les deux collecteurs A et B se chargent d'électricité et prennent des potentiels égaux mais de signes contraires ; lorsque la différence des potentiels atteint une valeur suffisante pour vaincre la résistance de l'air séparant les boules, une étincelle jaillit entre les extrémités de la coupure et des oscillations de haute fréquence s'établissent entre A et B.

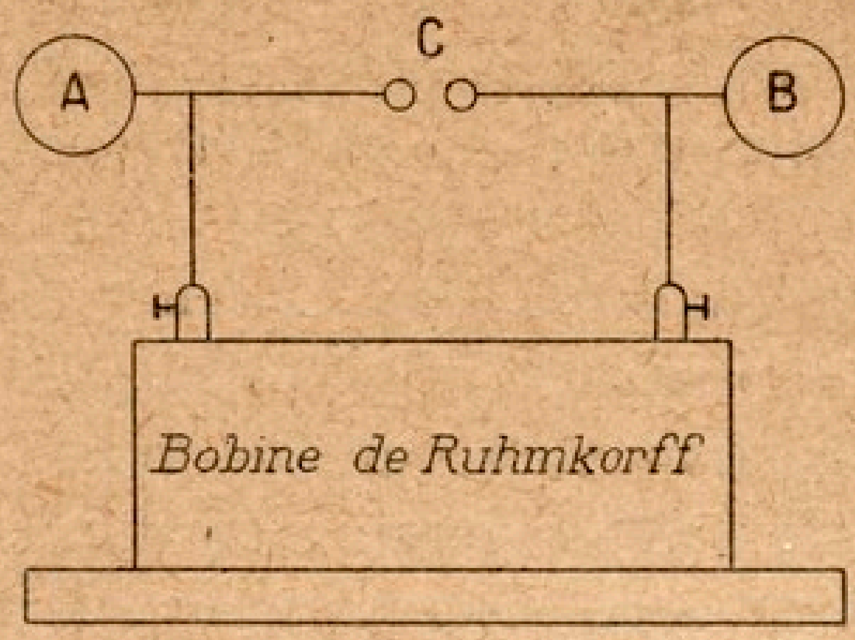


FIG. 3. — Oscillateur ou excitateur de Hertz.

L'éther environnant immédiatement l'excitateur s'ébranle sous le choc électrique, il devient également le siège d'un mouvement oscillant qui se propage à la ronde sous la forme d'ondes progressives provoquant sur leur passage des phénomènes d'induction.

Ces phénomènes sont mis en évidence au moyen d'un *résonateur* formé par un cercle métallique de dimensions appropriées à la capacité du système oscillateur et présentant en un point de sa circonférence une coupure étroite (*fig.* 4).

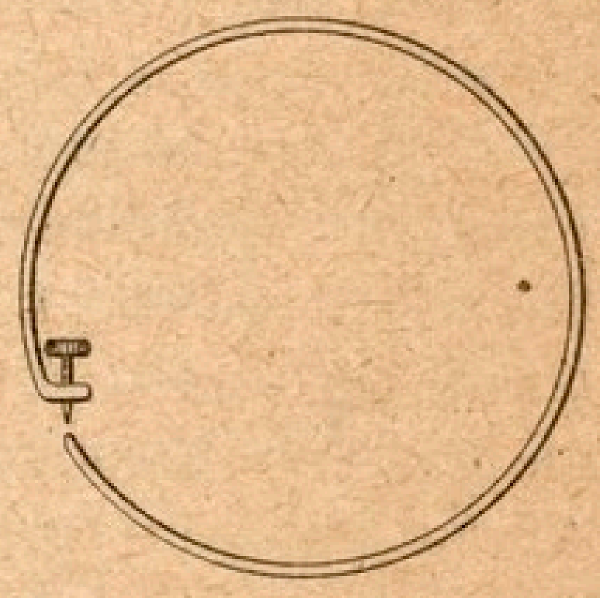


FIG. 4. — Résonateur de Hertz.

Lorsque le cercle se trouve placé dans le champ d'action des ondes, il est parcouru par des courants induits de même fréquence que ceux auxquels donne naissance la décharge oscillante de l'excitateur et de petites étincelles apparaissent à la coupure dont il est facile de régler l'importance au moyen d'une petite vis micrométrique.

Quant au mécanisme de formation et de propagation des ondes, il est facile à comprendre : immédiatement avant la production de l'étincelle de décharge, l'orientation des lignes de force du champ électrique autour de l'oscillateur affecte la

disposition indiquée par la flèche sur le premier schéma de la figure 5 ; ces lignes vont évidemment de la capacité chargée positivement à la capacité chargée négativement.

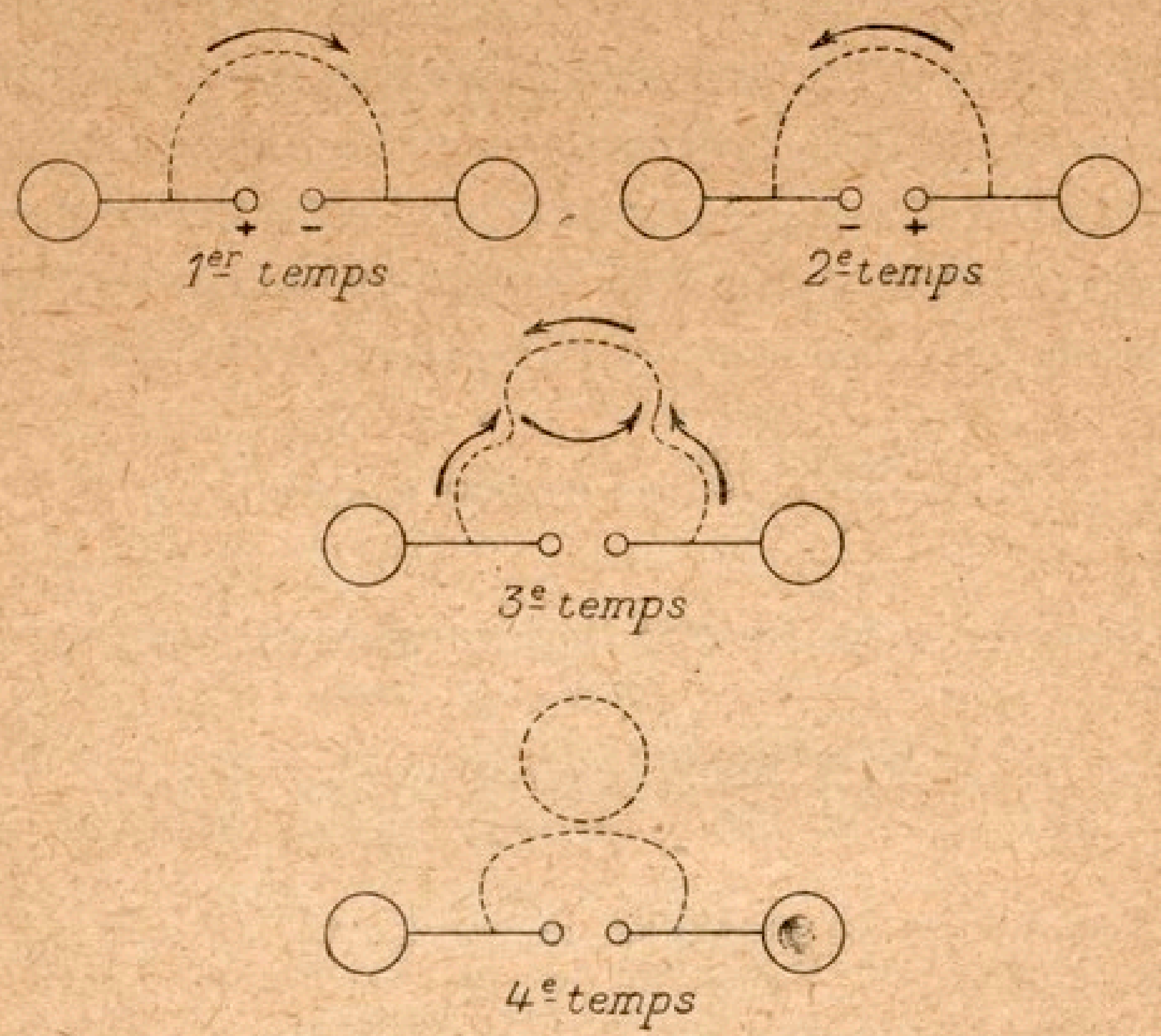


FIG. 5. — Mécanisme de formation et de propagation des ondes hertziennes.

Lorsque l'étincelle éclate, le champ électro-magnétique se trouvant retourné, l'orientation du flux change aussi de sens (deuxième temps); mais cette inversion se produisant instantanément, les lignes de force primitives et les nouvelles se croisent en raison de l'inertie du milieu, le flux se trouve comprimé sur lui-même, une boucle, une onde se forme, se détache de l'oscillateur et s'éloigne en s'élargissant (troisième et quatrième temps).

Le même phénomène se reproduit à chaque alternance; à peine une onde s'est-elle détachée qu'une autre se reforme, se détache à son tour et suit la précédente.

On est parvenu au moyen d'un miroir tournant et par un procédé de photographie rapide à séparer les éclairs successifs de l'étincelle oscillante du résonateur de Hertz et à

déterminer ainsi la fréquence des ondes engendrées pendant la durée d'une seconde.

Connaissant le nombre d'ondes qui se succèdent sans arrêt pendant une seconde et le chemin déjà parcouru par la première lorsque la dernière se détache de l'oscillateur, il est facile de calculer la longueur de chaque onde. La vitesse de propagation des ondes hertziennes, nous l'avons vu, étant de 300.000.000 de mètres à la seconde, si l'expérience précédente accuse une fréquence de 20.000 oscillations pour une durée d'une seconde, la longueur de chaque onde sera de :

$$\frac{300.000.000}{20.000} = 15.000 \text{ mètres};$$

pour une fréquence de 50.000, la longueur d'onde sera de :

$$\frac{300.000.000}{50.000} = 6.000 \text{ mètres};$$

pour une fréquence de 100.000, la longueur d'onde sera de :

$$\frac{300.000.000}{100.000} = 3.000 \text{ mètres};$$

pour une fréquence de 1.000.000, la longueur d'onde sera de :

$$\frac{300.000.000}{1.000.000} = 300 \text{ mètres};$$

pour une fréquence de 2.000.000, la longueur d'onde sera de :

$$\frac{300.000.000}{2.000.000} = 150 \text{ mètres, etc.}$$

Ainsi la longueur d'onde est inversement proportionnelle à la fréquence; *plus l'onde est courte, plus la fréquence des oscillations est grande;* les rayons lumineux dont les vibrations sont dix mille fois plus fréquentes que celles des ondes électriques ont une longueur dix mille fois plus petite.

C'est grâce à leur grande longueur assurant leur souplesse que les ondes hertziennes se prêtent au phénomène de *dif-*

fraction et contournent aisément les obstacles, alors que les rayons lumineux ne peuvent s'écarter sensiblement de la ligne droite. Sans ce pouvoir de diffraction des ondes électro-magnétiques, la T. S. F. eût été irréalisable à grande distance ; deux postes n'auraient pu communiquer entre eux qu'à la condition d'être en vue l'un de l'autre ou tout au moins de n'être séparés par aucun obstacle naturel, bois ou colline ni par des murs ou masses métalliques formant écrans.

La production d'ondes transportant à distance l'énergie que communique à l'oscillateur la bobine de Ruhmkorff est le procédé sur lequel repose la télégraphie sans fil ou radiotélégraphie : pour transmettre un signal, on provoque simplement la décharge oscillante d'un conducteur au moyen de l'étincelle électrique en proportionnant à la distance à franchir la quantité d'énergie mise en jeu ; pour recevoir ce signal, on utilise un résonateur ou appareil sensible au choc en retour et capable de révéler à nos sens le passage de l'onde lancée par l'étincelle de l'émission.

Selon que le moment de ce passage est bref ou long, il devient, comme en télégraphie ordinaire, un moyen d'expression, l'équivalent d'un signe conventionnel traduisant une lettre ou un chiffre.

II. — Transmission.

L'instrument le plus pratique et le plus simple pour obtenir à volonté de puissantes décharges oscillantes est la bobine de Ruhmkorff.

En 1851, Ruhmkorff a construit pour la première fois des bobines d'induction à deux fils qui, depuis, ont servi de type à toute une série d'appareils qu'on nomme *transformateurs*, et dans lesquels un courant électrique de faible voltage (1) et de grande intensité peut être transformé en un courant presque équivalent, mais de haut voltage et de faible intensité.

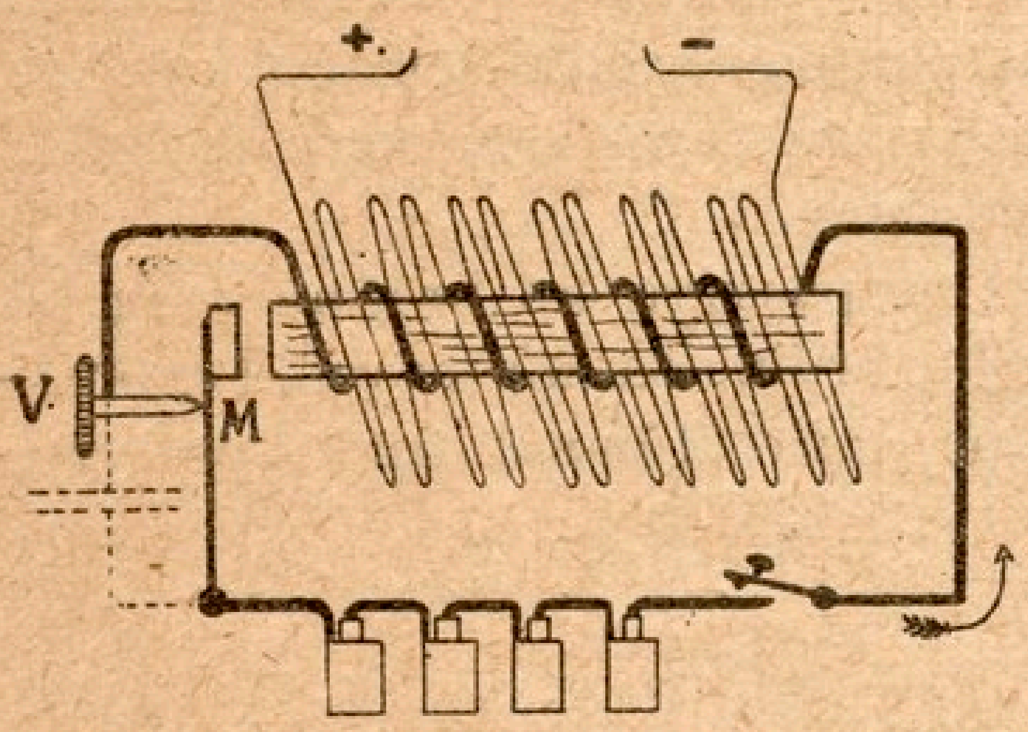


Fig. 6. — Bobine de Ruhmkorff.

L'appareil (*fig.* 6) se compose d'une bobine à fil gros et court parcouru par le courant primaire fourni par des piles ou des accumulateurs ; l'axe de cette bobine est traversé par un noyau de fer doux composé de faisceaux de fil de fer. Le courant primaire passe par un interrupteur VM analogue au trembleur des sonneries électriques, de sorte que le courant est interrompu, puis rétabli automatiquement un grand nombre de fois. La bobine primaire est elle-même logée dans une grosse bobine formée d'un fil très fin et très long.

A chaque *interruption* et à chaque *rétablissement* du cou-

(1) Le volt est l'unité de tension ou de pression électrique; c'est en quelque sorte une mesure de *qualite*.
L'ampère est l'unité servant à évaluer le débit d'une source d'énergie électrique; c'est une mesure de *quantite*

rant primaire, il se produit par induction dans cette bobine un courant secondaire alternatif à haut voltage. Le courant induit se manifeste par des étincelles qui jaillissent entre les extrémités de l'enroulement en fil fin lorsqu'on rapproche suffisamment ces extrémités.

Pour éviter la formation d'étincelles de rupture entre les contacts de l'interrupteur, étincelles qui en absorbant une grande quantité de l'énergie primaire compromettraient le bon rendement de l'appareil, on relie toujours ces contacts par l'intermédiaire d'un condensateur formé de feuilles d'étain isolées entre elles par du papier paraffiné et réunies par paires et impaires. Ce condensateur est souvent logé dans le socle même de la bobine ; sur la figure précédente il est représenté en pointillé.

Dans les bobines de grandes dimensions, on remplace l'interrupteur à marteau par l'interrupteur électrolytique de Wehnelt qui est constitué par un fil fin de platine plongeant par son extrémité dans de l'eau acidulée contenue dans un vase de plomb ; le vase est relié à la borne négative de la source électrique dont l'autre borne est reliée au fil fin de platine par l'intermédiaire du circuit primaire de la bobine. Lorsque le courant est établi, il porte au rouge le fil de platine, celui-ci décompose l'eau et s'entoure d'une gaine gazeuse qui interrompt le passage du courant pendant un temps assez court ; le nombre des interruptions peut aller jusqu'à 2.000 par seconde, alors qu'avec l'interrupteur à marteau on en obtient à peine 60.

M. Marconi a imaginé un interrupteur à disques rotatifs susceptible de produire des fréquences d'étincelles varian de 100 à 1.000 par seconde.

Poste transmetteur. — Pour réaliser avec la bobine de Ruhmkorff un poste transmetteur et envoyer des dépêches à petite distance, il suffit de placer, comme l'indique la figure 7, deux boules métalliques ou mieux encore deux petits cylindres de zinc à écartement réglable aux bornes de l'enroulement secondaire du transformateur et de faire éclater des étincelles

entre ces boules ou ces cylindres par le jeu du manipulateur M commandant le débit d'une source électromotrice, pile ou accumulateur.

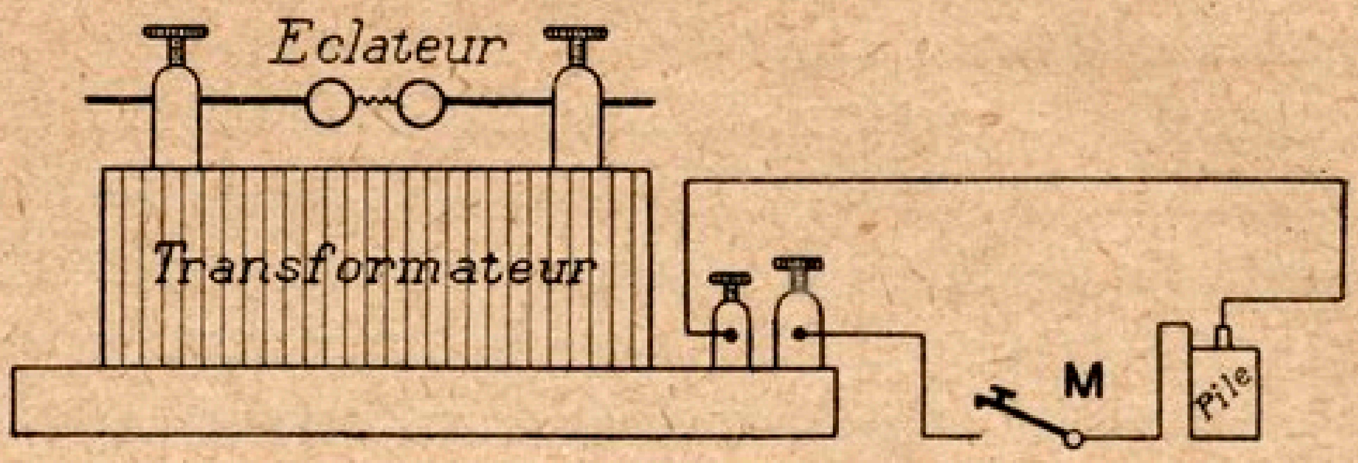


Fig. 7. — Petit poste transmetteur de T. S. F.

Un contact bref ou prolongé provoquera une étincelle unique ou un groupe d'étincelles donnant naissance à des trains d'ondes brefs ou longs qui iront s'inscrire, en points ou traits de l'alphabet Morse, sur la bande de papier de l'enregistreur au poste de réception placé à proximité.

L'antenne. — Nous disons placé à proximité parce qu'un dispositif comme le précédent n'a qu'une médiocre portée, sa puissance de radiation est limitée à quelques mètres ; cela tient à la faible surface de contact du système vibrant et de l'éther environnant.

Un savant anglais, sir Oliver Lodge, a démontré que la distance franchie par les ondes augmente considérablement si l'on développe cette surface de contact en reliant une des boules de l'éclateur à un fil conducteur long et élevé, destiné à servir en quelque sorte de tremplin aux ondes hertziennes et en faisant communiquer l'autre boule avec le sol.

Ce fil, auquel on donne le nom d'*antenne* (*fig.* 8), exige un isolement parfait et doit être éloigné de tous corps bons conducteurs susceptibles de lui soutirer de l'énergie.

L'antenne est rarement constituée par un fil unique et sa disposition est très variée. La station radiotélégraphique de la Tour Eiffel utilise une antenne à six fils presque verticale, celle de Sainte-Assise est en grille horizontale, etc.

Ce qu'on recherche en multipliant le nombre des fils ra-

diants, c'est d'embrasser le plus d'espace possible afin d'ébranler une masse plus considérable de l'éther qui transportera au loin l'énergie rayonnante.

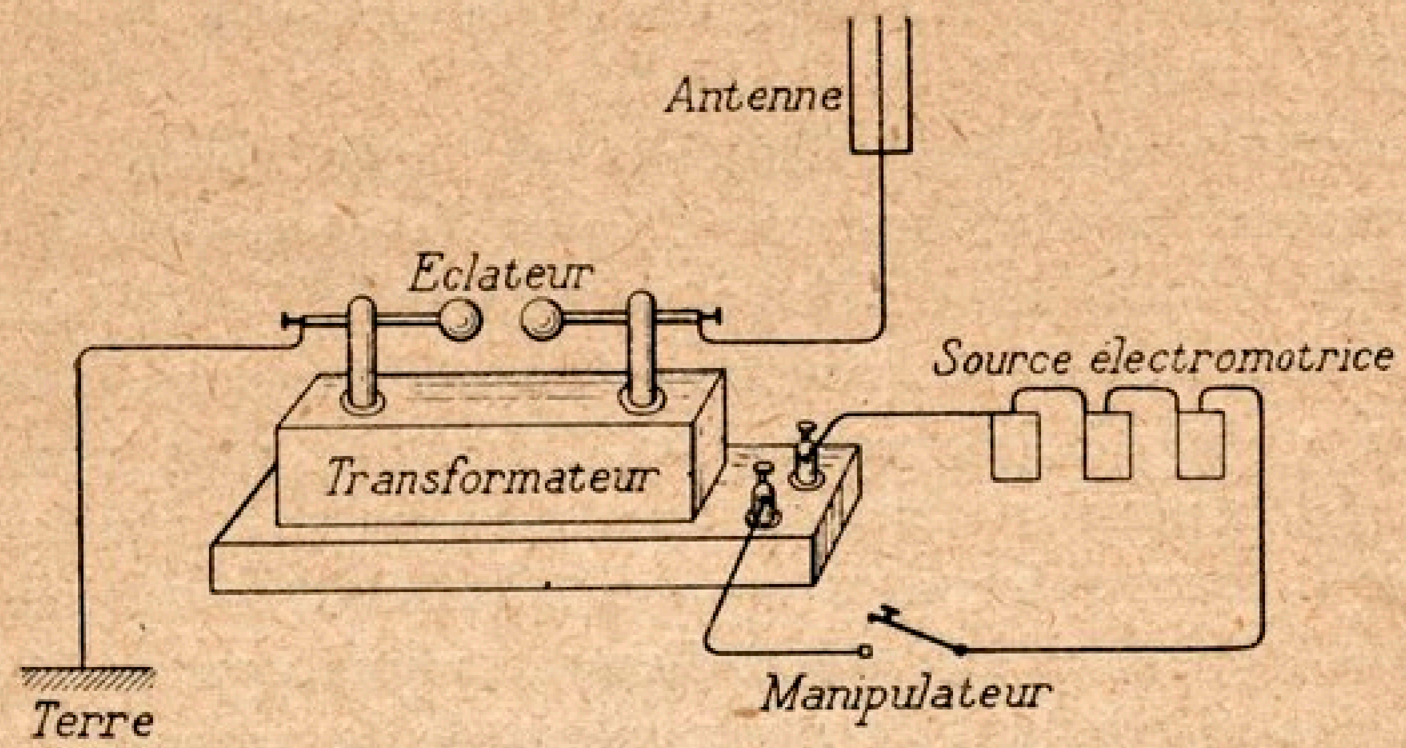


FIG. 8. — Connexions de l'antenne et de la prise de terre.

La figure 9 montre le rôle joué par l'antenne dans la radiation des ondes.

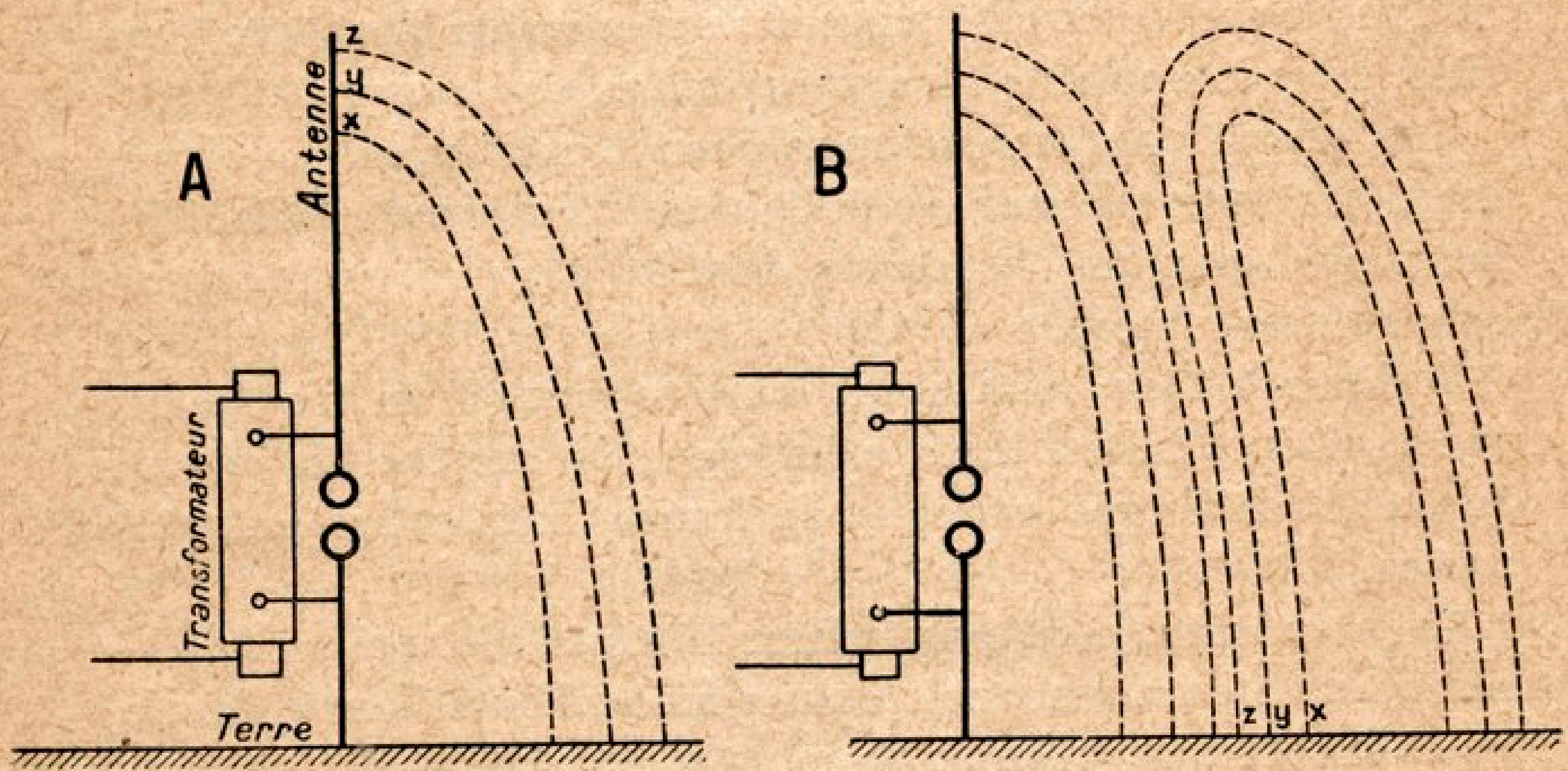


FIG. 9. — Lignes de force du champ électro-statique qui s'établit entre l'antenne et le sol : A) au moment qui précède l'étincelle ; B) au moment qui suit immédiatement l'étincelle (une onde s'est détachée, le champ se reforme).

Le courant alternatif à haut voltage, qui prend naissance dans le secondaire du transformateur à chaque interruption

du courant primaire, suit le conducteur aérien qu'il charge comme il chargerait l'une des armatures d'une bouteille de Leyde et un champ éléctro-statique s'établit entre ce conducteur relié à une des bornes de la bobine et la terre reliée à l'autre borne.

Lorsque la charge de l'antenne est suffisamment élevée pour vaincre la résistance de l'air qui la sépare du sol, une étincelle conductrice éclate entre les boules de l'éclateur et fournit un chemin à l'électricité contenue dans l'aérien; celui-ci se décharge alors si brutalement que les lignes de force du champ se ferment sur elles-mêmes, absolument comme si leurs extrémités *xyz* se trouvaient soudainement rejetées à terre, et une vague électro-magnétique se détache de l'antenne répétant le phénomène de la propagation de l'énergie électrique expliqué avec l'oscillateur de Hertz.

Système vibratoire ouvert et système vibratoire fermé. — Le dispositif émetteur que représente la figure 8 et dans lequel le circuit vibrant se résume en l'antenne constitue ce qu'on appelle un *système vibratoire ouvert.*

Un tel système possède une efficacité radiatrice excellente, mais la somme d'énergie qu'il permet d'utiliser est limitée à la charge maxima de l'aérien dont la capacité est toujours relativement faible.

Il devient donc insuffisant lorsque, pour franchir des distances importantes, il est nécessaire de mettre en jeu une quantité d'énergie capable de fournir des vibrations très fortes.

On a recours, pour augmenter la capacité du circuit à des réservoirs électriques, condensateurs ou bouteilles de Leyde, que l'on dispose en nombre plus ou moins grand, selon le schéma de la figure 10.

Le nouveau dispositif réalisé constitue un *système vibratoire fermé;* au moment où l'étincelle de décharge relie les deux boules de l'éclateur, les ondulations alternatives ont pour siège tout le circuit ABCD.

Susceptible d'utiliser une quantité d'énergie aussi grande

que l'on veut, ce système est cependant incapable de donner naissance à des radiations puissantes. Les mouvements vibratoires qu'il engendre se consomment en effet presque entièrement sur place; si les ondulations se dirigent vers la droite dans la partie supérieure du circuit, elles se dirigent nécessairement vers la gauche dans la partie inférieure, de sorte que les deux moitiés du circuit oscillant sont chacune le siège de vibrations de sens opposés qui se détruisent mutuellement.

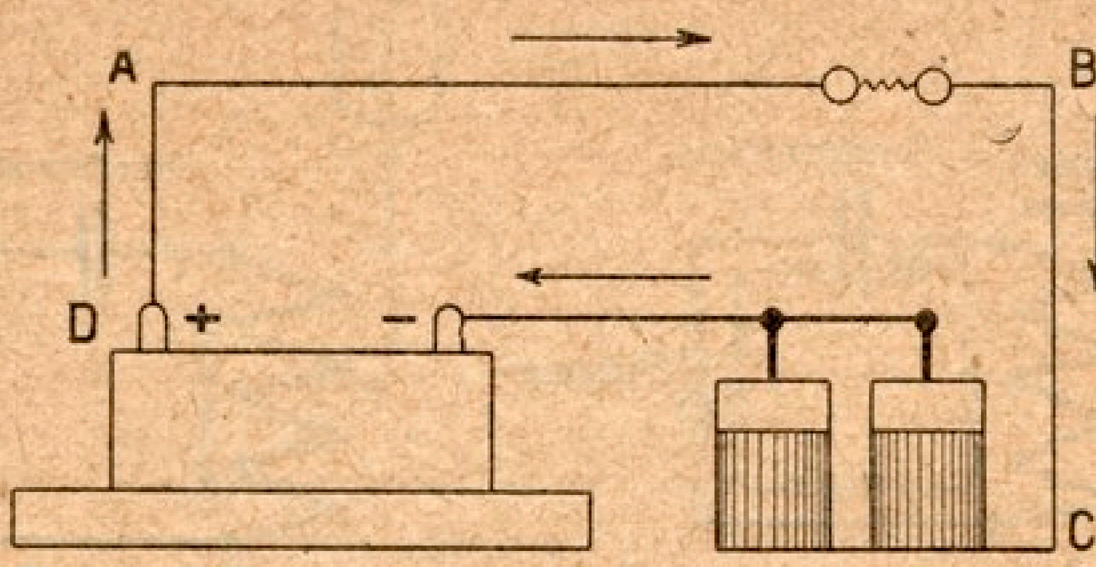


Fig. 10. — Condensateurs intercalés dans un circuit vibratoire; les flèches indiquent le sens du courant ondulatoire d'après la polarité des bornes du transformateur.

Chacun des systèmes vibratoires qui précèdent offre donc un avantage incontestable malheureusement contrebalancé par un grave inconvénient; ni l'un, ni l'autre n'aurait pu assurer des communications à distance utile si l'on n'était parvenu à les associer en un montage mixte possédant à la fois les avantages de chaque système sans en avoir les inconvénients.

Cet artifice ingénieux, imaginé par le professeur allemand Braun, consiste à faire agir inductivement les oscillations puissantes d'un circuit fermé sur un circuit ouvert qui en assure au loin le rayonnement efficace. Cette combinaison a favorisé l'essor de la radiotélégraphie; on la désigne sous le nom de *couplage* du circuit des condensateurs et du circuit d'antenne.

Couplage. — Les figures 11 et 12 indiquent les deux façons d'opérer le couplage des deux circuits ouvert et fermé.

Sur le premier schéma, une bobine primaire est intercalée dans le circuit des condensateurs et agit inductivement sur une bobine secondaire placée entre l'antenne et la terre.

Ces enroulements ainsi disposés constituent en même temps qu'un *résonateur* un véritable transformateur dont on peut faire varier la valeur des enroulements pour augmenter au besoin la tension du courant de haute fréquence sur l'aérien.

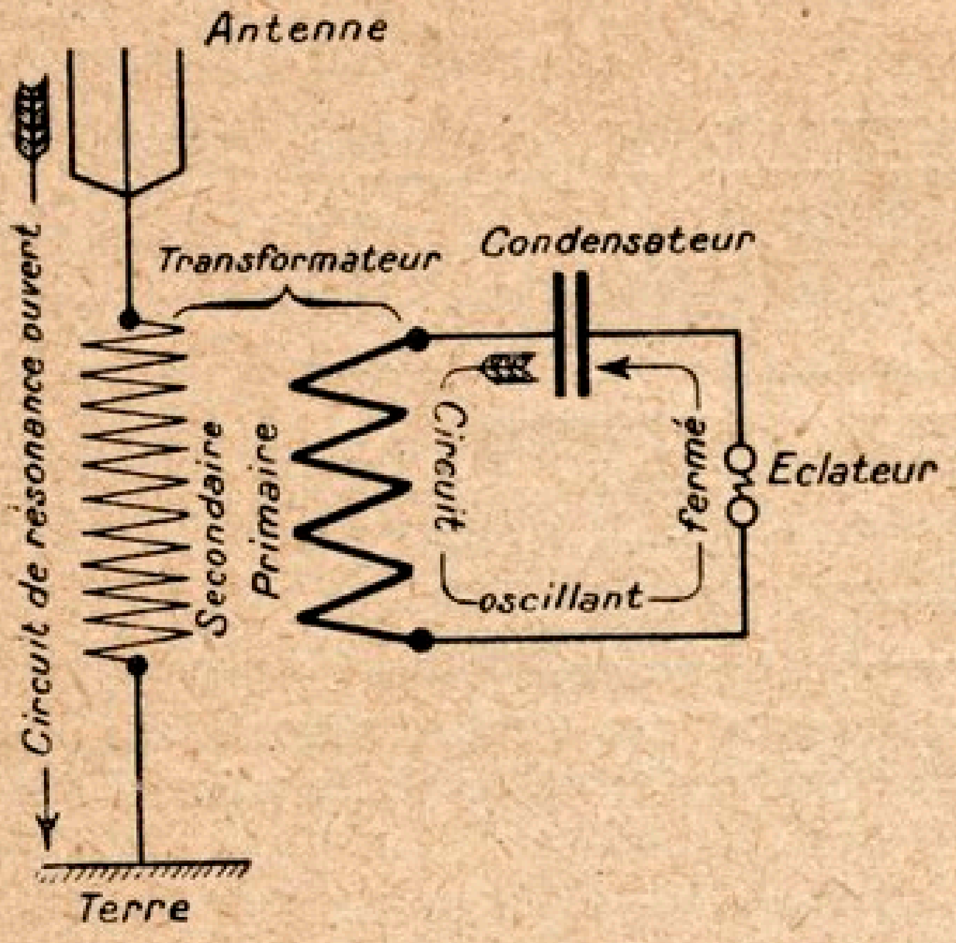


Fig. 11. — Couplage inductif indirect (montage *Tesla*).

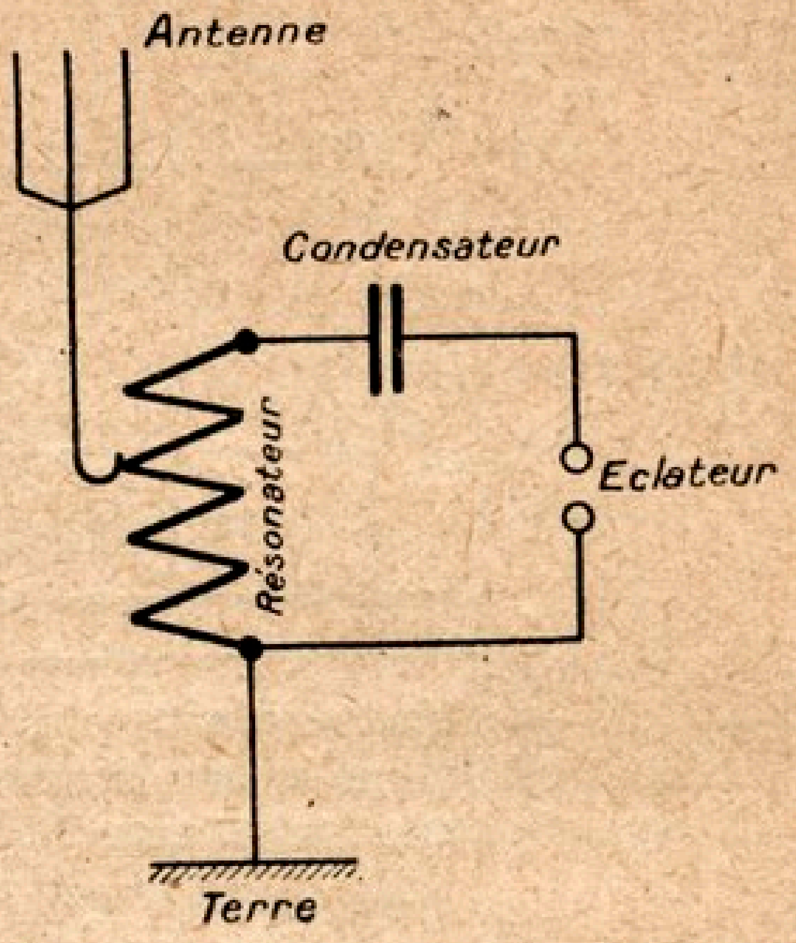


Fig. 12. — Couplage inductif direct (montage *Oudin*).

Le circuit d'antenne ou *de résonance* et le circuit des condensateurs ou *circuit oscillant* sont ici tout à fait distincts, aucune connexion ne les relie ; en conséquence, le couplage est dit *indirect*, on le désigne aussi sous la dénomination de montage inductif ou en *Tesla*.

Sur le second schéma les circuits de résonance et d'oscillation sont confondus partiellement ; quelques spires de la bobine intercalée dans le circuit des condensateurs se trouvent également embrochées, par dérivation, dans le circuit d'antenne. Ce dispositif, très employé en télégraphie sans fil, a reçu le nom de couplage *direct*, *par dérivation* ou montage *Oudin*.

Pour bien comprendre le jeu de ces couplages, il faut considérer :

1° Que tout circuit oscillant possède un mouvement propre

dont le caractère dépend uniquement de la constitution électrique du circuit, c'est-à-dire de la valeur de sa capacité et de sa self-induction ; absolument, pour employer une image classique, comme le régime d'un fleuve dépend de l'importance de son lit (capacité), de la pente et des accidents de son cours (self-induction).

2° Qu'un circuit électrique en vibration agit d'autant plus sur un circuit voisin que ce dernier possède une constitution électrique plus semblable à la sienne. En d'autres termes, que deux systèmes s'influencent d'autant plus aisément qu'ils sont plus susceptibles de vibrer à l'unisson.

En acoustique, ce sont des conditions d'accord identiques qui font vibrer un timbre au voisinage d'un diapason donnant la même note que ce timbre et laissent muets ceux qui donnent des notes différentes.

On pourrait croire, d'après ce qui précède, que le maximum d'effet est obtenu avec ces couplages, lorsque les deux systèmes sont identiques, c'est-à-dire lorsque dans chacun d'eux, le produit de la self-induction et de la capacité donne le même résultat; il n'en est pas ainsi parce que les circuits, réagissant l'un sur l'autre, modifient réciproquement leur constitution électrique et se désaccordent mutuellement. Chaque circuit devient donc le siège non plus d'une oscillation, mais de deux oscillations forcées dont les valeurs s'écartent en plus et en moins de la valeur de l'oscillation naturelle.

La présence simultanée de deux oscillations différentes dans un circuit est évidemment une cause de perte d'énergie, il est par conséquent avantageux d'atténuer le plus possible l'effet réactif des deux systèmes oscillants en n'accentuant pas trop leur couplage, afin d'obtenir une période unique de vibration, une *onde stationnaire*, comme on dit, dans l'antenne.

Avec le montage indirect ou en Tesla, on évite de *serrer* par trop le couplage en réduisant au minimum utile le nombre des spires de l'*enroulement primaire* ou en éloignant celui-ci de l'*enroulement secondaire* (*fig.* 11) sans toutefois exagérer la

précaution jusqu'au point où le couplage devenant trop *lâche* aucun effet d'induction ne peut plus se manifester d'un enroulement à l'autre; avec le montage direct (*fig.* 12), il suffit de réduire le plus possible le nombre des spires du résonateur communes aux deux circuits.

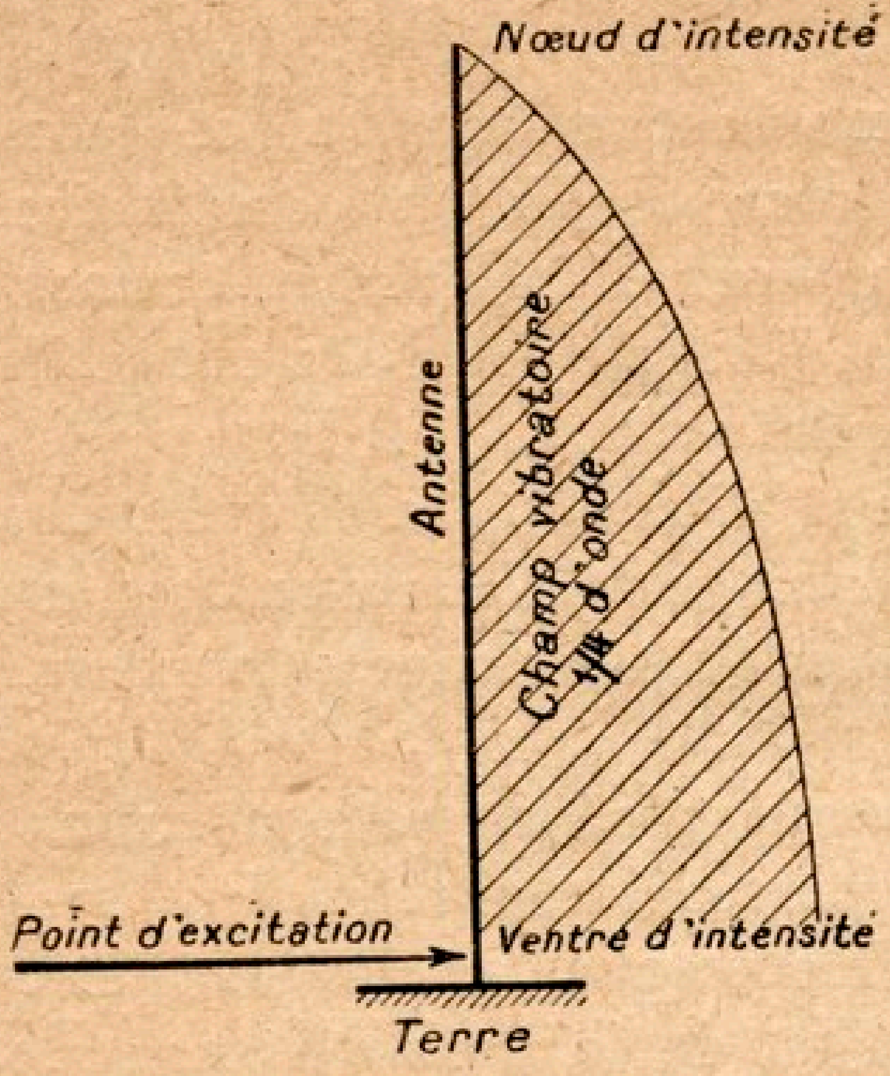


Fig. 13. — Répartition de l'intensité du champ vibratoire sur une antenne reliée au sol et excitée à sa base. (L'antenne vibre en quart d'onde.)

Lorsque le couplage le plus efficace est réalisé selon les données qui précèdent, il existe dans le circuit radiant au point où les lignes de force du circuit inducteur coupent le circuit induit un mouvement vibratoire maximum appelé *ventre d'intensité;* à la partie de l'antenne la plus éloignée de ce ventre existe, au contraire, un mouvement minimum ou *nœud d'intensité.*

Soit donc, que le circuit inducteur agisse à la base d'une antenne reliée au sol, soit qu'il agisse au milieu d'un radiant isolé dans l'espace, la position réciproque d'un ventre et d'un nœud d'intensité y sera celle que représente le schéma de la figure 13 pour le premier cas, ou le schéma de la figure 14 pour le second.

Si nous nous reportons, d'autre part, au graphique de la figure 2, page 4, nous voyons que la valeur de l'intensité électrique au cours d'un mouvement vibratoire complet correspondant à une onde suit la courbe de la figure 15, d'où il ressort clairement qu'entre un nœud et un ventre d'intensité il n'y a place que pour un quart d'onde et que la distance qui sépare deux nœuds consécutifs correspond à une demi-longueur d'onde.

Ainsi l'antenne de la figure 13 vibre en quart d'onde, celle

de la figure 14, en demi-onde ; si nous supposons à chaque

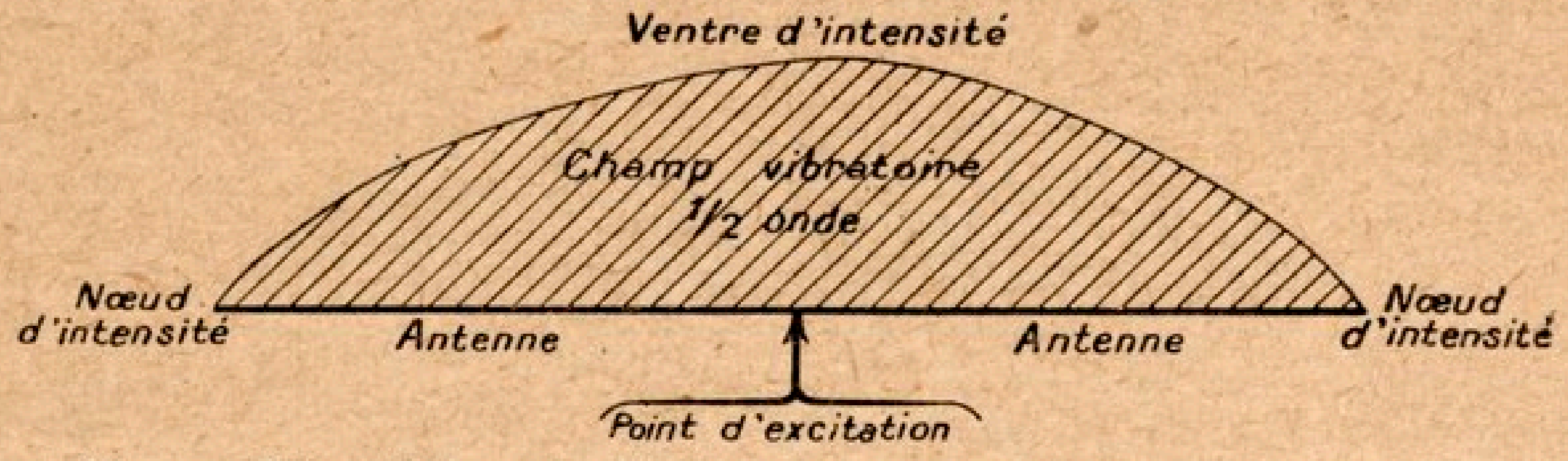


Fig. 14. — Répartition de l'intensité du champ vibratoire sur une antenne isolée dans l'espace et excitée en son milieu. (L'antenne vibre en demi-onde.)

aérien une longueur de 100 mètres, le premier vibrera natu-

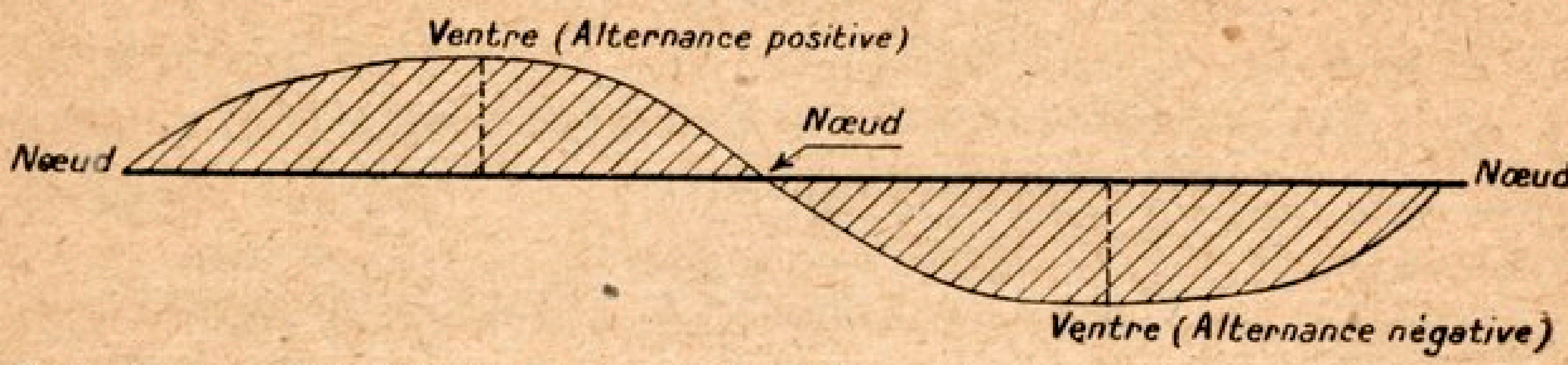


Fig. 15. — Représentation schématique d'un mouvement vibratoire complet constituant une onde.

rellement pour des ondes de 400 mètres ; le second, pour des ondes de 200 mètres.

Dans la pratique, il est rare qu'on utilise une antenne sur sa période propre d'oscillation ; la nécessité de recevoir et d'émettre avec le même aérien des longueurs d'onde différentes a conduit à rechercher le moyen de modifier commodément la constitution électrique d'une antenne pour y régler à volonté les conditions de résonance.

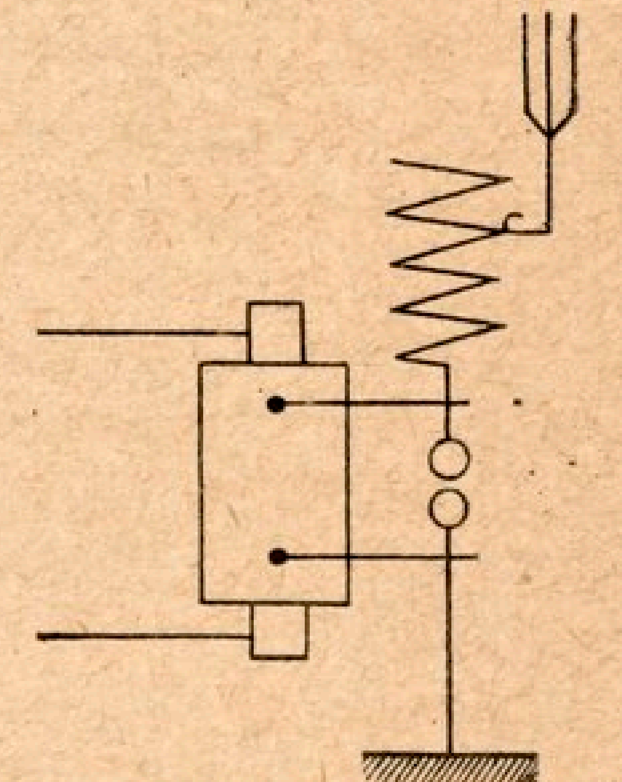


Fig. 16. — Self intercalée dans l'antenne pour augmenter la longueur des ondes.

La solution du problème consiste à introduire dans le circuit d'antenne soit une *self*, soit une *capacité*.

L'effet de la self est d'augmenter la période d'oscillation et conséquemment la longueur d'onde;

son appoint s'ajoutant à la self propre de l'aérien agit comme si ce dernier se trouvait allongé (*fig.* 16).

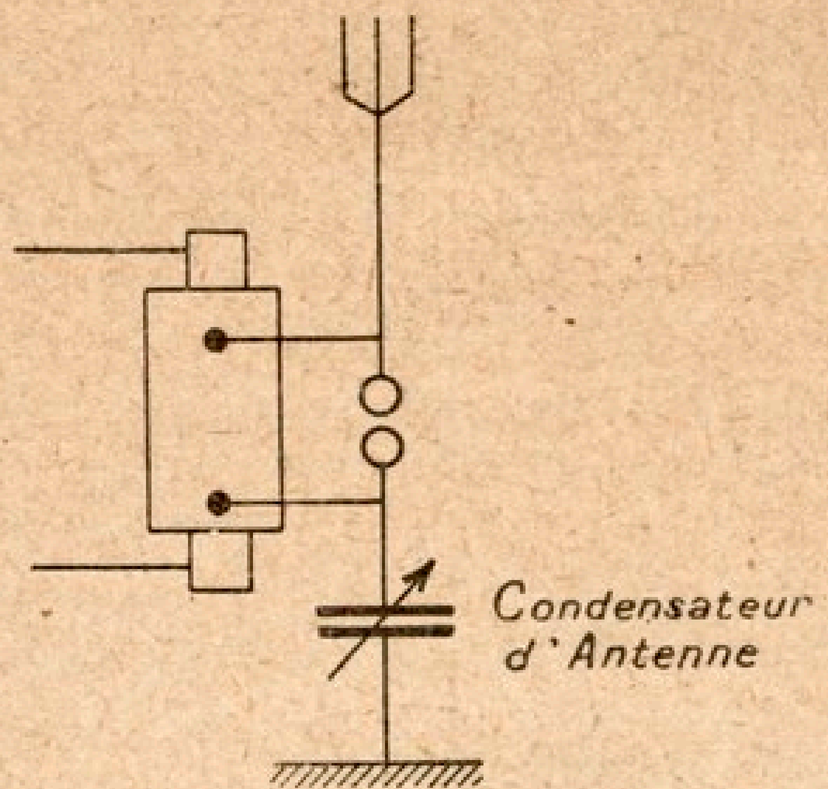


Fig. 17. — Condensateur intercalé dans l'antenne pour diminuer la longueur des ondes.

Quant au condensateur, sa capacité ne s'ajoute pas à la capacité de l'antenne, il détermine, au contraire, une diminution de celle-ci en établissant une coupure entre l'aérien et la terre ; celui-ci se trouve, par suite, plus ou moins (suivant la valeur du condensateur) dans l'état d'une antenne isolée dans l'espace et vibre pour des ondes plus courtes (*fig.* 17).

III. — **Réception.**

La réception radiotélégraphique se fait par la *méthode graphique* si les signaux sont enregistrés directement par un appareil Morse, ou par la *méthode auditive* si les signaux sont reçus au son dans un écouteur téléphonique.

Réception graphique. — La méthode graphique a été, dans les débuts de la télégraphie sans fil, la seule façon de recevoir les radiogrammes ; l'appareil utilisé pour cette réception est le *tube à limaille* imaginé par le grand physicien français Édouard Branly. Cette merveilleuse découverte a été l'origine de la radiotélégraphie ; sans elle, les ondes hertziennes invisibles et silencieuses parcouraient inutilement l'espace.

a) **Tube de Branly.** — Dans un tube de verre de quelques centimètres de longueur est enfermée une pincée de limaille

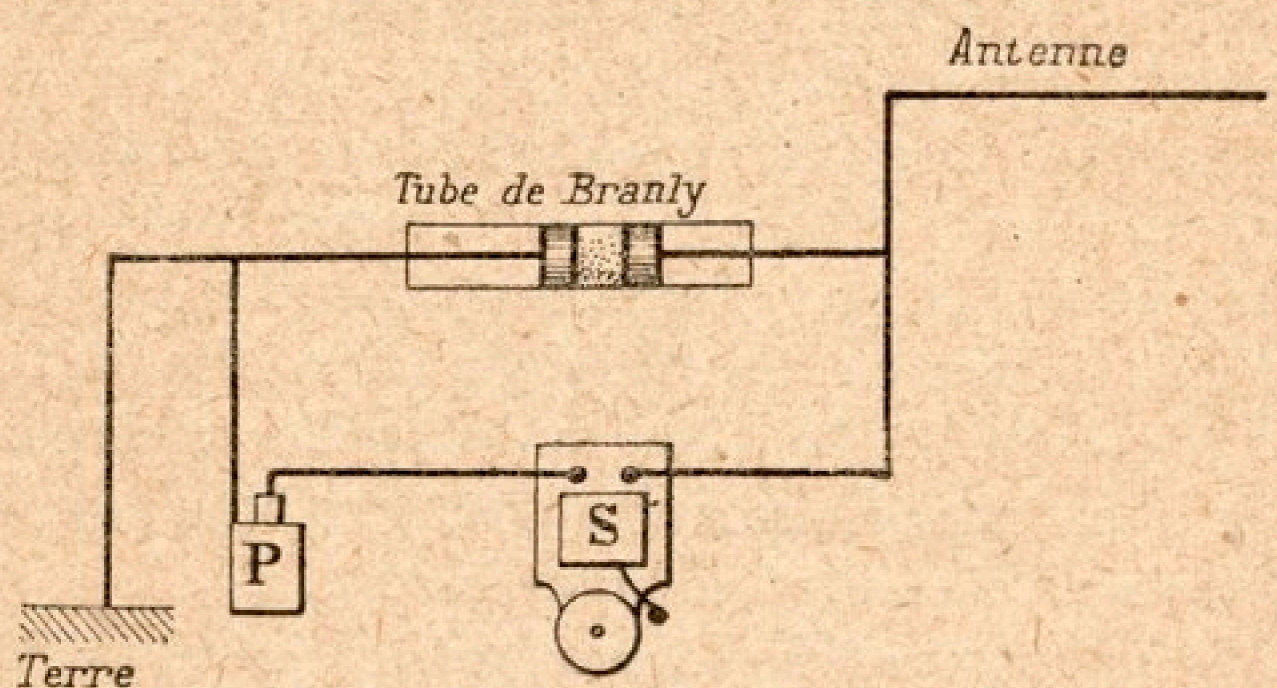


Fig. 18. — Petit poste récepteur de T. S. F.

de fer, de nickel, d'argent ou d'or légèrement tassée entre deux pistons métalliques reliés chacun par un fil conducteur au circuit d'une pile et d'une sonnerie électrique ou d'un appareil enregistreur (*fig.* 18).

L'appareil ainsi disposé interrompt le courant de la pile, le fractionnement des grains métalliques empêchant le système d'être conducteur, et la sonnerie reste muette.

Mais qu'une étincelle électrique éclate à quelque distance, aussitôt, sous l'influence des ondes la limaille devient conductrice, le courant de la pile passe et la sonnerie fonctionne.

Le circuit comprenant la pile, la sonnerie et le tube de Branly constitue un véritable résonateur de Hertz à coupure extrêmement petite, réduite, en somme, à la solution de continuité des grains de iimaille.

Quand le passage d'une onde excitatrice provoque dans ce circuit un courant d'induction, une minuscule étincelle, une simple élévation de température peut-être, échauffe les bords minces des fragments métalliques et détermine une fusion superficielle de leurs arêtes qui se soudent légèrement pour former un conducteur continu ne faisant plus obstacle au passage du courant de la pile.

Pour ramener le tube à sa résistance primitive, il suffit, en le frappant légèrement, de séparer, de *décohérer* les petits grains métalliques.

Le passage d'une onde nouvelle rétablira le courant, un second choc le coupera, et toujours ainsi autant qu'on voudra répéter l'expérience.

Pour réaliser une frappe automatique du tube après le passage des ondes et marquer nettement la séparation des trains successifs, dont la cadence d'émission permet la traduction des signaux en un langage clair, on ajoute dans le circuit, à proximité du tube, un trembleur électrique, de sorte que le courant en actionnant le trembleur agite le tube et s'interrompt lui-même instantanément.

Pour simplifier notre démonstration, nous n'avons fait figurer dans le dessin précédent qu'une sonnerie. En fait, cette sonnerie est utilisée seulement pour les signaux d'appel ; un enregistreur Morse lui est habituellement substitué et les radiogrammes sont reçus imprimés.

Si le poste transmetteur envoie une courte série d'ondes en produisant une seule étincelle, l'appareil inscrit un point ; si,

au contraire, les ondes arrivent en train plus long déterminé par une succession d'étincelles, l'appareil enregistre une suite de points très rapprochés; ces points se touchent presque et forment un trait si la bande de papier du récepteur se déroule lentement.

On augmente considérablement la sensibilité du *tube radioconducteur* en reliant l'une de ses extrémités à la terre et l'autre à une antenne collectrice étendue et élevée destinée à recueillir les ondes à leur passage.

Il existe plusieurs variétés de cohéreurs, parmi lesquels quelques-uns jouissent de la propriété de revenir naturellement à leur résistance initiale après le passage des ondes; ces appareils en général plus sensibles que le tube à limaille ne nécessitent pas l'emploi d'un frappeur auxiliaire. Tel est le trépied de Branly formé d'un petit tabouret à trois pieds de tellure reposant légèrement sur un disque d'acier poli; tel est notre cohéreur réglable à vide dont la construction n'offre aucune difficulté et que pour cette raison nous décrirons sommairement.

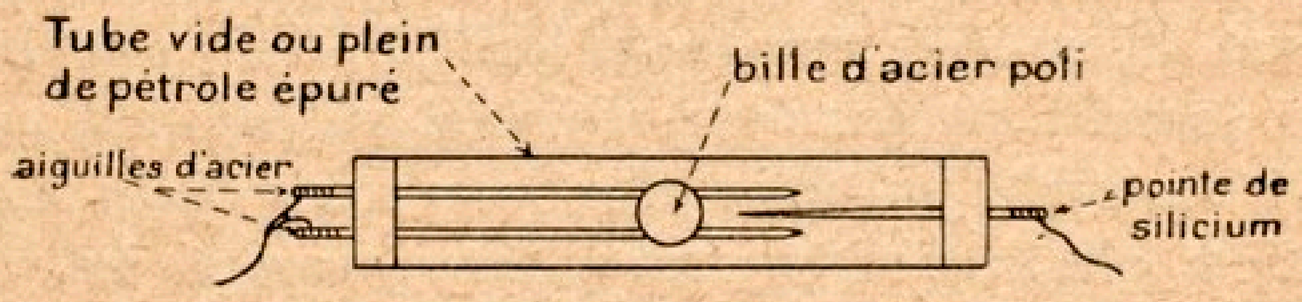


FIG. 19. — Cohéreur Duroquier (grandeur naturelle).

Le cohéreur F. Duroquier (*fig.* 19) consiste essentiellement en une bille d'acier poli de 6 millimètres de diamètre environ, roulant librement sur deux aiguilles d'acier parallèles formant rails, dans un tube vidé d'air ou rempli de pétrole soigneusement épuré ([1]) et pouvant être amenée, par inclinaison convenable de l'appareil, en contact plus ou moins intime avec une pointe fine en silicium ou en acier poli très légèrement oxydé par un flambage rapide à la lampe à alcool,

([1]) Il n'est pas absolument indispensable de faire le vide ou de remplir le tube de pétrole ; cette précaution a simplement pour but la bonne conservation des contacts.

et fixée un peu au-dessus des petits rails dans un plan perpendiculaire à leur axe.

Les aiguilles formant rails constituent une électrode du cohéreur, la pointe fine constitue l'autre électrode.

Un contact *très léger* de la bille sur la pointe assure à l'appareil son maximum de sensibilité.

Le fonctionnement du cohéreur à bille est dû à l'étincelle microscopique qui se produit, sous l'influence des ondes, entre la pointe et la bille, véritable pont conducteur à la faveur duquel le courant interrompu s'établit momentanément malgré le contact imparfait de la bille et de la pointe.

L'appareil est autodécohérant, il reprend de lui-même sa résistance primitive parce que la surface polie de la bille ne présentant aucune fine aspérité susceptible de fondre à la chaleur de l'étincelle ne se colle pas à la pointe et reste toujours en contact imparfait avec elle.

b) **Relais.** — L'énergie électrique rayonnée à l'émission s'affaiblissant, s'amortissant très vite avec la distance, il devient indispensable, au delà de quelques kilomètres, de régler les cohéreurs à leur plus grande sensibilité. Mais plus un cohéreur est sensible, moins il est résistant au point de vue électrique, plus faible doit donc être le courant de la pile qu'il a mission d'interrompre ; un faible courant ne pouvant actionner des appareils enregistreurs, on a presque toujours recours dans une installation réceptrice à l'emploi d'un *relais*.

Le plus simple des relais est constitué par un électro-aimant dont l'armature mobile obéit aisément à l'attraction du noyau de fer doux d'une bobine inductrice, lorsque celle-ci est parcourue par le moindre courant ; le déplacement de l'armature est utilisé pour fermer le circuit d'une batterie de piles capable d'actionner une sonnerie ou un appareil Morse (*fig.* 20).

Un relais fréquemment employé en T. S. F., en raison de son extrême sensibilité, est le *relais à cadre galvanométrique ;* ce relais dont quelques modèles fonctionnent sous un courant

de 1/50 de milliampère, est constitué par une légère bobine de fil isolé équilibrée entre les armatures d'un puissant aimant. Un courant très faible, en traversant cette bobine, la fait dévier suffisamment, en raison de l'attraction ou de la répulsion qui s'exerce entre le champ magnétique créé par le courant et le champ de l'aimant, pour déterminer la fermeture d'un circuit électromoteur.

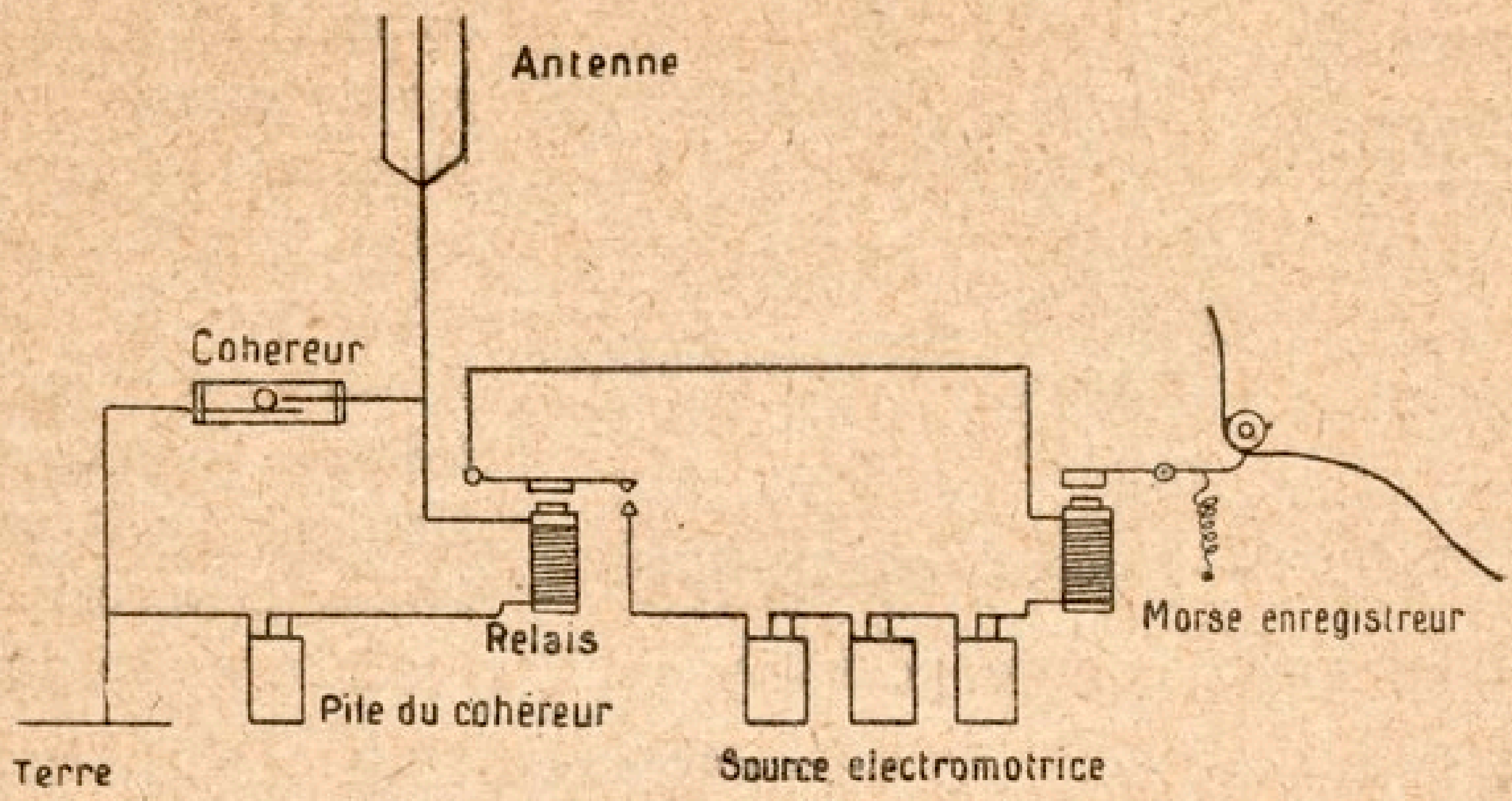


FIG. 20. — Récepteur de T. S. F. actionné par un relais.

La radiotélégraphie s'est enrichie dans ces dernières années d'une découverte qui a rendu presque illimitée la portée des communications par T. S. F. ; il s'agit de l'invention de la lampe à trois électrodes, *relais électronique* de sensibilité absolument merveilleuse dont l'utilisation combinée avec celle de procédés de *photographie* rapide assure à toutes distances un trafic radiotélégraphique intense.

La lampe à trois électrodes est une ampoule à vide aussi parfait que possible renfermant un filament de tungstène susceptible d'être porté à l'incandescence au moyen d'un *courant de chauffage* de 4 à 5 volts ; ce filament est entouré d'une hélice métallique appelée *grille*, elle-même enveloppée par une *plaque* cylindrique de nickel.

Ces trois électrodes aboutissent chacune à une broche de connexion fixée sous le culot de l'ampoule et permettant de

relier convenablement chaque organe aux différentes parties d'un circuit d'utilisation.

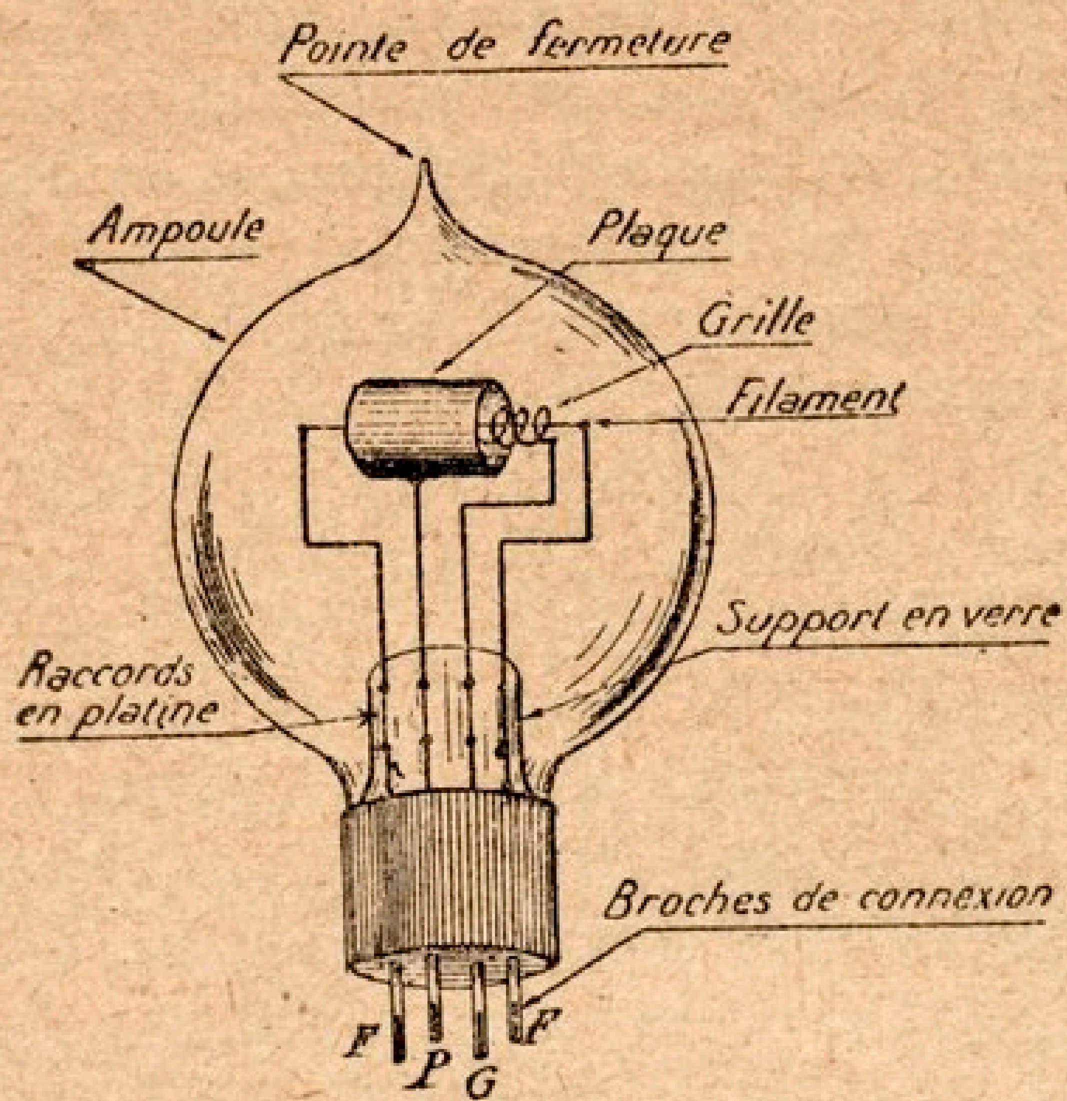


FIG. 21. — Lampe à trois électrodes.

La figure 21 représente un modèle courant de lampe à trois électrodes.

Le fonctionnement en relais d'une telle lampe repose sur le phénomène suivant : lorsqu'une force électromotrice de 40 à 80 volts est intercalée entre la plaque et le filament (*fig.* 22) porté à l'incandescence, de faibles variations de potentiel appliquées à la grille provo-

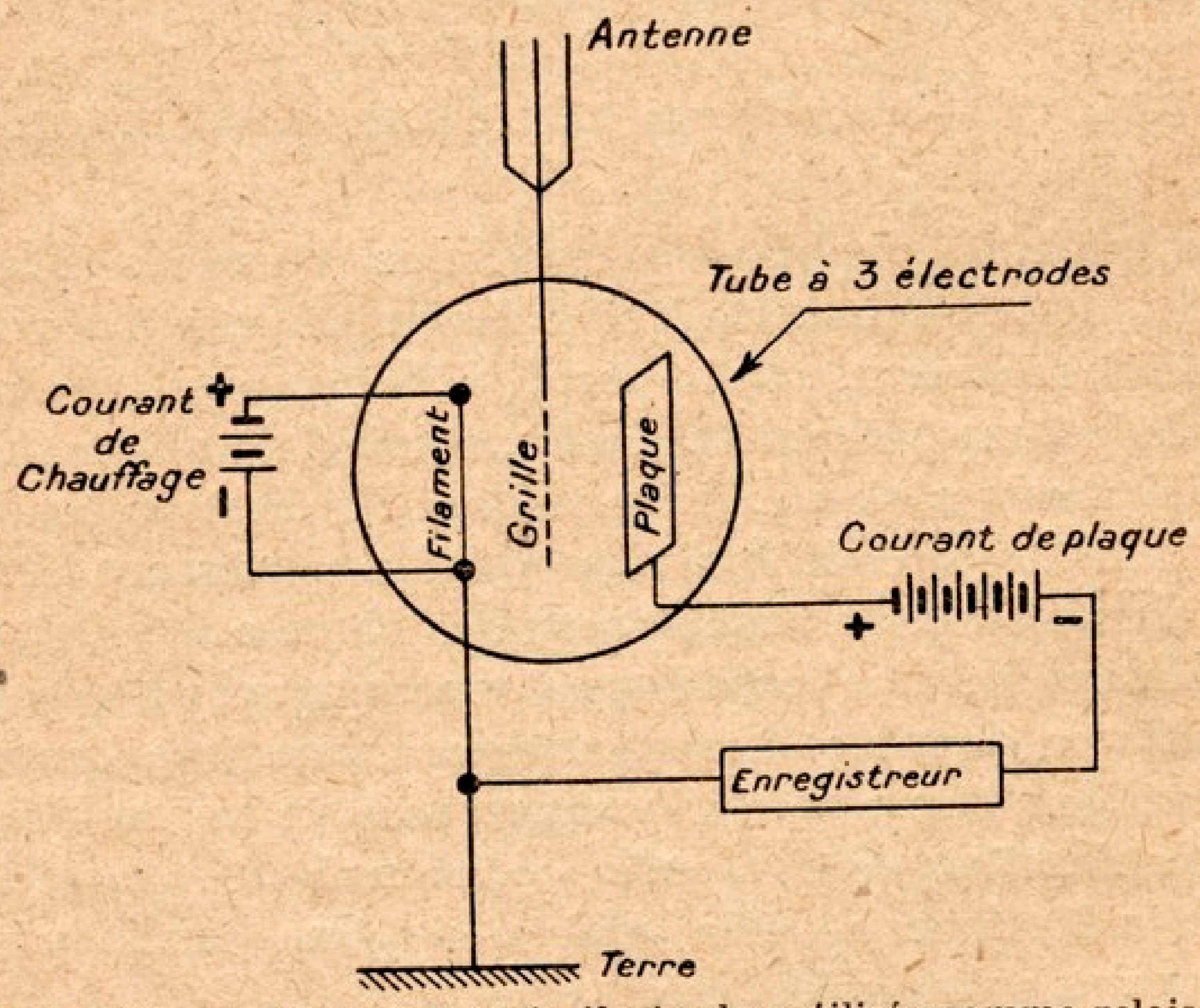


FIG. 22. — Lampes à trois électrodes utilisée comme relais.

quent des variations importantes dans le débit du courant de

plaque. Ainsi les faibles oscillations recueillies par une antenne et transmises à la grille se traduisent par des variations de courant suffisantes pour actionner un enregistreur embroché dans le circuit de plaque.

N'utilisant aucun organe mécanique, ne possédant aucune inertie, la lampe relais est capable de suivre des mouvements électriques extrêmement rapides.

Réception auditive. — Malgré la grande sensibilité des relais et le perfectionnement des procédés d'enregistrement, la réception écrite des radiotélégrammes reste une opération très compliquée et délicate. Cette méthode est à peu près abandonnée aujourd'hui sauf dans les grandes entreprises à trafic intensif — la réception des radiotélégrammes se fait presque uniquement au son en utilisant un écouteur téléphonique à la place de l'enregistreur; l'opérateur perçoit dans son récepteur auditif le bruissement des étincelles qui jaillissent entre les boules de l'éclateur du poste transmetteur.

Un bruissement prolongé, déterminé par un train d'ondes d'une certaine importance, traduit un trait de l'alphabet Morse; un bruissement de courte durée correspond à un point.

Lorsque l'émission se fait à l'aide d'un interrupteur à marteau produisant de 50 à 60 interruptions par seconde, le bruit perçu à la réception rappelle celui d'une crécelle; lorsque l'émission fait usage d'un interrupteur rapide produisant de 400 à 500 interruptions à la seconde, le bruit perçu est une note parfaitement musicale; ainsi, pour 435 interruptions, la membrane de l'écouteur reproduisant 435 vibrations fera entendre le *la* du diapason.

La réception du mot *Paris* donnera, par exemple, au Morse enregistreur le graphique suivant :

. — — .   . —   . — .   . .   . . .

Au téléphone, sur étincelles rares, elle produira les sons suivants :

cr.crrrr.crrrr.cr   cr.crrr   cr.crrrr.cr   cr.cr   cr.cr.cr

et sur étincelles nombreuses dites chantantes, ceux-ci :

tû.tûûûû.tûûûû.tû   tû.tûûûûtû.tûûûû.tû   tû.tû   tû.tû.tû

En employant pour l'émission un clavier à sept touches provoquant mécaniquement ou électriquement sur un flux continu d'étincelles oscillantes, un nombre d'interruptions correspondant pour chaque touche aux vibrations caractéristiques d'une note différente de la gamme, il est possible de transmettre par T. S. F. de véritables airs de musique.

L'emploi de la méthode auditive pratique et simple. permettant avec un matériel rudimentaire la réception d'émissions éloignées s'est substitué de bonne heure à celui de la méthode graphique, et les cohéreurs ont été assez vite abandonnés pour des révélateurs d'ondes plus commodes et plus sensibles appelés *détecteurs*.

Il existe un nombre important de détecteurs; nous mentionnerons le détecteur magnétique, l'électrolytique, les détecteurs à contacts solides et ceux à gaz ionisés.

Le détecteur magnétique imaginé en 1902 par Marconi est basé sur l'observation suivante : lorsqu'un fil d'acier passe à proximité d'un champ magnétique, il ne subit pas instantanément l'influence de ce champ ; il se produit un retard à l'aimantation et le fil ne prend que peu à peu sa charge magnétique.

Ce phénomène, auquel on a donné le nom d'*hystérésis*, ne s'observe plus si le fil d'acier est soumis à l'action des ondes hertziennes, ces dernières ayant, en quelque sorte, le pouvoir d'ébranler les molécules métalliques et de leur faire perdre leur paresse à s'aimanter.

Soumis à la fois à l'influence d'un champ magnétique variable et à l'action des ondes, un fil d'acier sera donc le siège d'un mouvement magnétique dépendant du passage des ondes et susceptible d'être utilisé pour obtenir des courants induits révélateurs de ces ondes dans un circuit téléphonique.

Sous sa forme la plus répandue le détecteur magnétique se compose d'un câble de fils de fer fins recouverts de soie

entraîné à la vitesse de 7 à 8 centimètres par seconde sur deux poulies mues par un mouvement d'horlogerie (*fig.* 23). Ce câble passe au centre d'un enroulement placé dans le circuit oscillant. Un second enroulement en fil plus fin disposé autour du premier est relié aux bornes d'un récepteur téléphonique.

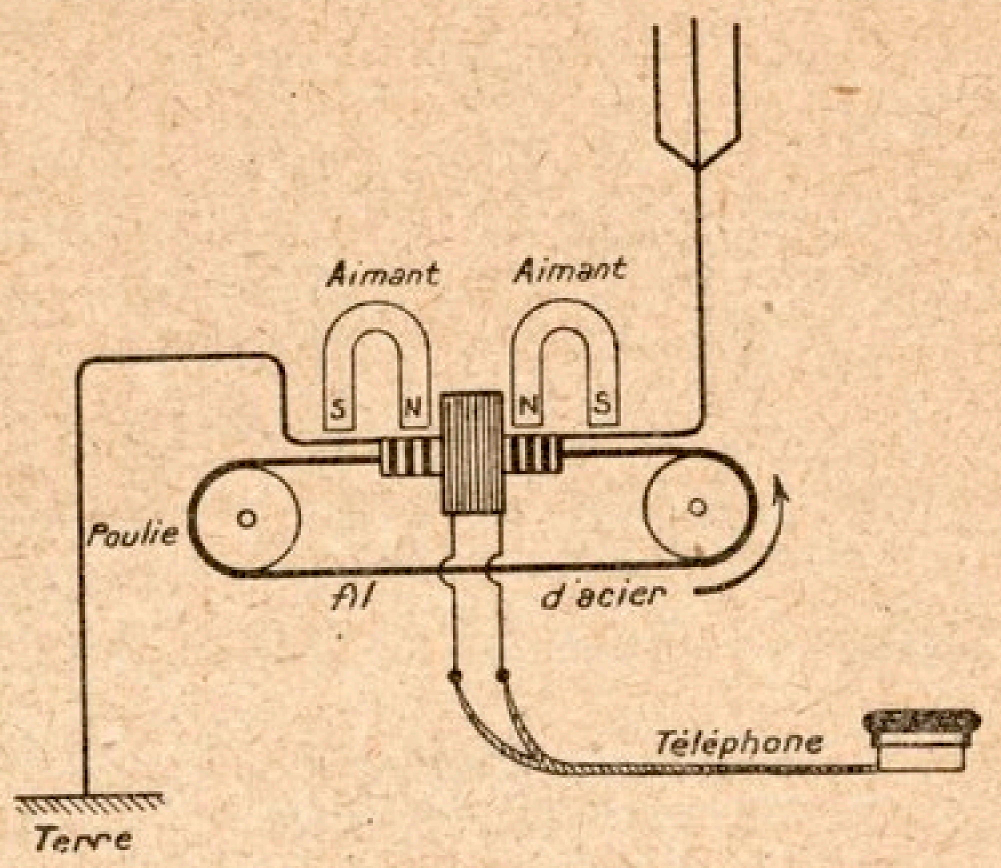


Fig. 23. — Détecteur magnétique.

Deux aimants en fer à cheval, ayant leurs pôles de même nom côte à côte, sont disposés au-dessus des bobines et influencent la portion du câble qui traverse leur champ magnétique. Si des oscillations se produisent dans la bobine intérieure l'état magnétique du fer change, un courant induit prend naissance dans la seconde bobine, et l'on entend un bruit dans le téléphone. Le détecteur magnétique est en service dans toutes les stations de la compagnie Marconi ; il est très régulier et très robuste, mais sa sensibilité n'est que moyenne et ses dimensions sont encombrantes.

Le détecteur électrolytique imaginé en 1900 par le commandant Ferrié repose sur un principe tout à fait différent. Cet appareil est constitué par deux électrodes plongeant dans un récipient contenant une solution conductrice d'eau acidulée (solution pour accumulateurs) : l'une (*anode*) est un petit fil de platine, de $0^{mm},01$ de diamètre, affleurant à l'extrémité d'un tube de verre dans lequel il est soudé ; l'autre (*cathode*) peut être un fil plus gros de platine, une bague de plomb, un crayon de graphite ou de charbon de cornue.

L'appareil se monte selon le schéma de la figure 24, l'électrode à fil fin étant obligatoirement connectée au pôle positif d'une source électromotrice auxiliaire.

La force de cette source doit être comprise entre 2,5 et 3 volts ; elle est réglée par une résistance placée en dérivation sur la pile ; le rôle de cette résistance est de faire travailler plus ou moins la pile, pour abaisser la tension du courant.

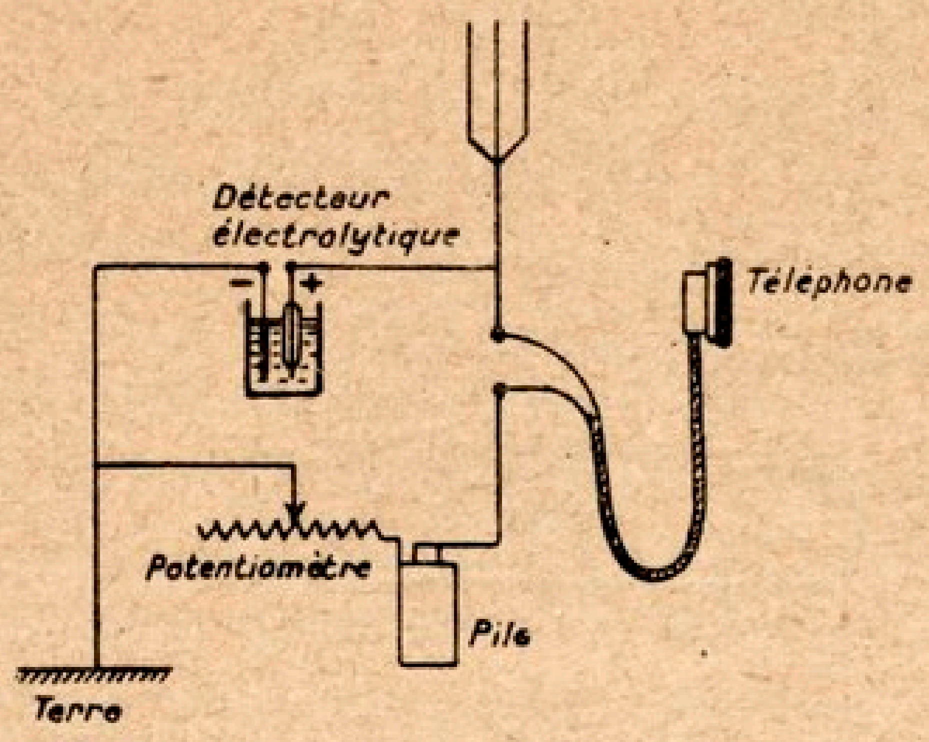


Fig. 24. — Montage du détecteur électrolytique.

Le fonctionnement de l'électrolytique s'explique facilement. La décomposition de l'eau acidulée par le courant de la source électromotrice fait naître sans cesse, à l'extrémité de l'électrode positive, une bulle de gaz oxygène qui interrompt momentanément ce courant ; mais, dès qu'une onde recueillie par l'antenne vient crever cette bulle, le courant traverse brusquement le liquide de + en — et passe par le téléphone, qui fait entendre un bruit sec.

Le détecteur électrolytique fonctionne régulièrement, il est assez sensible, mais fragile ; les ondes puissantes et les décharges parasites de l'atmosphère le mettent parfois hors de service en brûlant le cheveu de platine de l'anode.

Notre cohéreur à bille permet de recevoir au son, dans les mêmes conditions de montage, les radiotélégrammes émis aux grandes distances.

On utilise avec grand succès, depuis quelque temps, une catégorie de détecteurs à contacts solides basés sur des propriétés encore mal définies de substances semi-conductrices.

Ces détecteurs, dont la sensibilité dépasse celle des meilleurs électrolytiques, fonctionnent sans pile, ce qui rend leur montage particulièrement simple et avantageux.

Une aiguille de métal, légèrement posée sur un cristal de pyrite de fer, constitue parfois un détecteur suffisamment sensible pour révéler des émissions très éloignées. De bons résultats peuvent être également obtenus, soit par le contact

d'un minerai (pyrite, galène, chalcopyrite, molybdénite, blende, cassitérite) et d'un métal (fil d'or, de platine, de cuivre, d'aluminium), soit par le contact de deux minerais (zincite et bornite, spartite et azurite, zincite et chalcopyrite), soit par le contact d'un métal et de sulfures ou d'oxydes artificiels.

En utilisant une source électromotrice, on réalise, avec une pointe fine reposant sur un cristal de carborundum, un appareil aussi sensible que l'électrolytique.

Le grave inconvénient de quelques détecteurs à cristaux est leur instabilité ; les régions sensibles de la matière détectrice sont en effet parfois extrêmement petites, et la moindre trépidation, en déréglant les contacts, supprime toute réception.

La figure 25 indique le montage le plus simple d'un détecteur à cristaux utilisable, pour la réception auditive, sans source électromotrice auxiliaire. Les oscillations électriques reçues dans l'antenne seraient sans effet sur le téléphone si celui-ci était seul embroché sur l'aérien, les alternances positives et négatives des oscillations agiraient en sens opposés pour provoquer une répulsion et une attraction de la plaque vibrante de l'écouteur si rapprochées qu'elles se confondraient et se détruiraient mutuellement. Le téléphone ne ferait entendre aucun son.

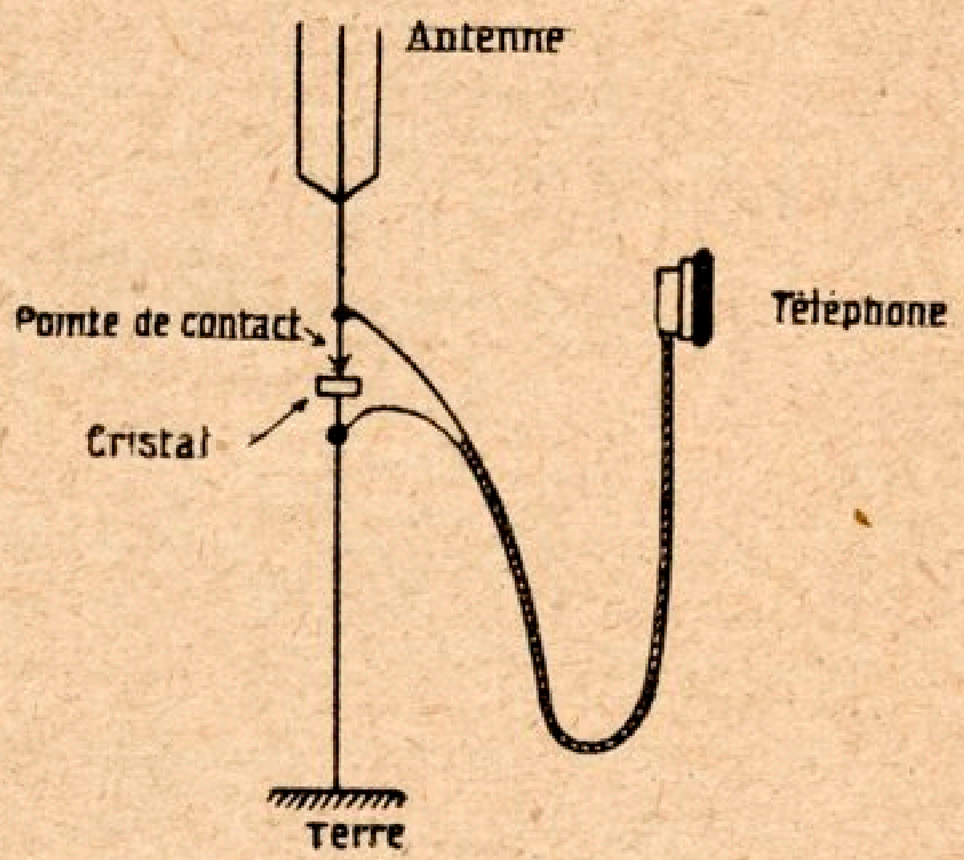


FIG. 25. — Montage d'un détecteur à cristaux.

Le pouvoir rectifiant du détecteur agit pour laisser passer vers la terre l'une des deux alternances, obligeant par conséquent toutes les autres à traverser le téléphone, ici les effets s'additionnant au lieu de se contrarier ont une action sur la membrane vibrante qui suit la fréquence des trains d'ondes.

Divers essais ont favorisé l'utilisation de tubes à vide

comme détecteurs d'ondes. Des résultats satisfaisants ont été obtenus en réalisant, par une *ionisation* préalable, la conductibilité unipolaire du vide apparent dans ces tubes.

Le professeur Fleming a construit, sous le nom de *valve*, un détecteur assez sensible constitué par une lampe à incandescence entourée d'un manchon métallique (*fig.* 26).

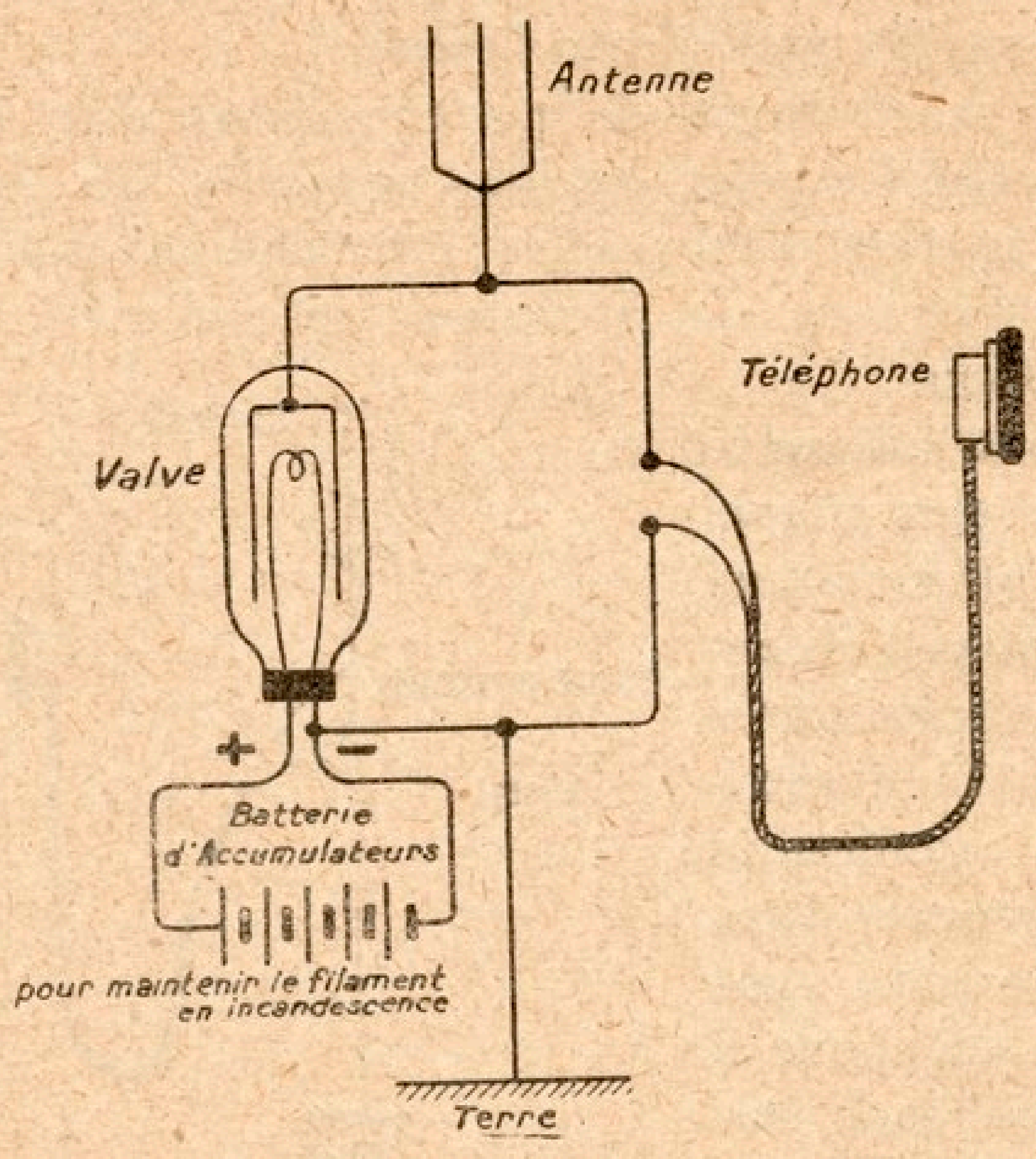


Fig. 26. — Montage d'une valve de Fleming.

Quand la lampe s'allume, le vide intérieur s'ionise et un courant peut passer du filament au cylindre froid, mais non inversement; si donc un courant oscillant produit par un train d'ondes s'établit entre le filament et le cylindre, ce courant n'aura d'effet actif que *dans un sens* et n'agira sur le récepteur téléphonique placé dans le circuit qu'à la façon d'un courant continu, la membrane de l'écouteur vibrera et fera ententre un son.

La lampe à trois électrodes dont nous avons déjà parlé au sujet des relais, peut aussi être employée comme valve détectrice.

La figure 27 représente un tube à vide à trois électrodes fonctionnant en détecteur. Les oscillations induites par les ondes dans le circuit antenne-terre agissent sur le circuit oscillant secondaire. Les tensions alternatives produites entre les armatures du condensateur de ce circuit s'ajoutent au po-

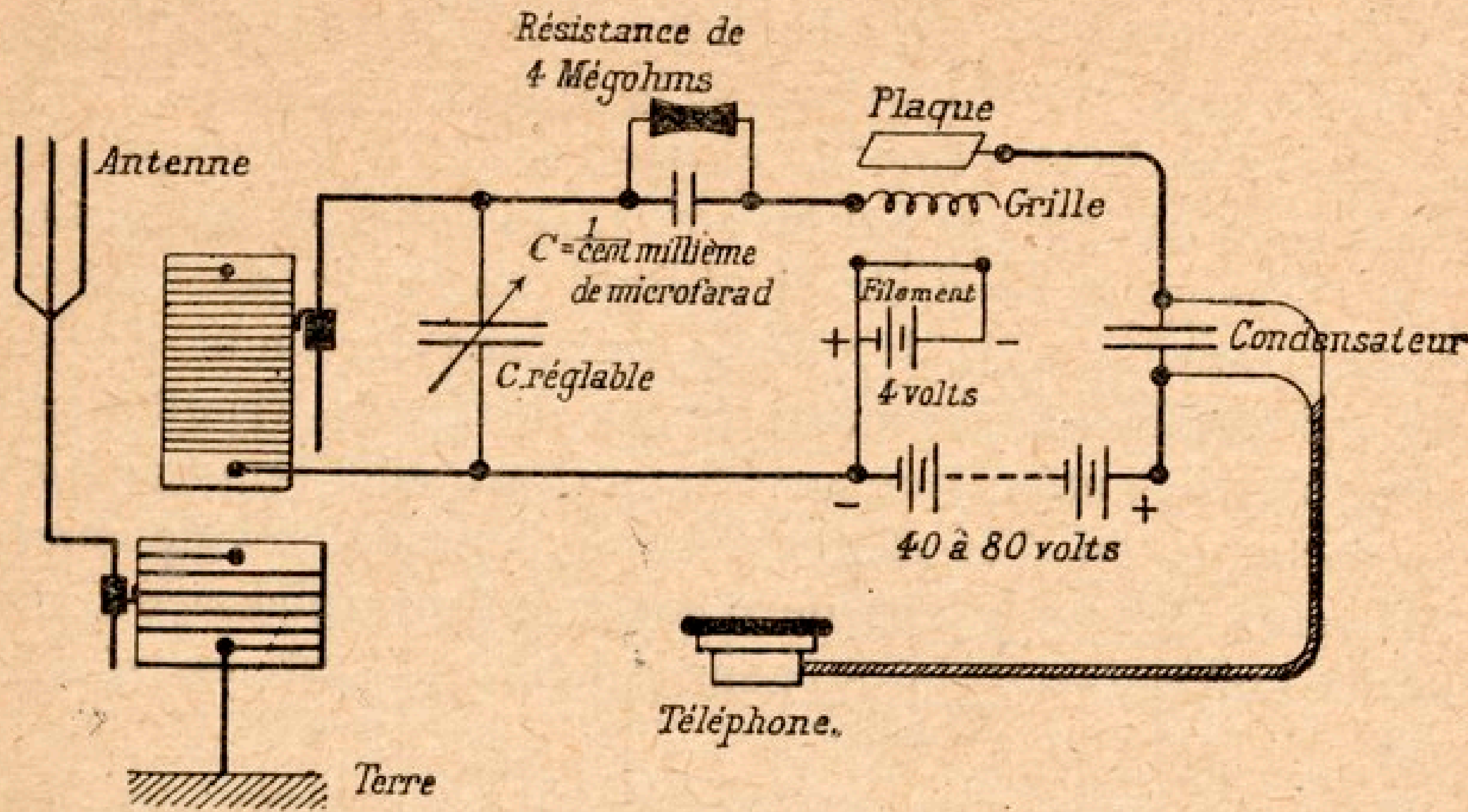


Fig. 27. — Montage d'une lampe à trois électrodes utilisée comme détecteur.

tentiel auxiliaire de la grille et le font varier; lorsque la grille est positive, elle laisse passer le courant du filament à la plaque, elle l'arrête au contraire lorsqu'elle est négative. On obtient donc, dans le circuit filament-plaque, un courant redressé analogue à celui que fournissent les détecteurs précédemment décrits.

Résonance et syntonisation.

Les ondes hertziennes, rayonnant en tous sens, ont le grave inconvénient d'impressionner tous les appareils récepteurs placés dans leur sphère d'action et le secret des communications radiotélégraphiques ne peut être assuré en l'état actuel de la T. S. F. que par un chiffrage spécial connu des seuls

correspondants; c'est ainsi que se transmettent la plupart des télégrammes officiels.

S'il est presque impossible à une station émettrice de diriger efficacement ses signaux vers un poste choisi, il est, par contre, facile à l'arrivée de sélectionner les réceptions suivant leur longueur d'onde.

On utilise, pour ce tri, des appareils d'accord, de *syntonisation*, dont le rôle est de mettre le système récepteur *en résonance* avec le système émetteur, de telle sorte qu'il ne puisse être affecté que par les seules émissions de ce dernier.

Nous avons vu que Hertz utilisait un cercle de cuivre à coupure étroite pour décéler la présence des ondes émises par son oscillateur ; or ce cercle ne donne des résultats appréciables qu'autant que ses dimensions sont appropriées à l'importance de l'oscillateur, ce qui prouve évidemment l'existence de conditions de résonance favorables à un effet maximum de l'énergie rayonnée dans un système révélateur.

En acoustique, une application du phénomène de résonance montre qu'un diapason donnant le *la*, placé à distance de résonateurs correspondant aux différentes notes de la gamme n'éveille d'écho que dans celui qui donne aussi le *la*.

Les antennes réceptrices de T. S. F. peuvent être assimilées en quelque sorte à ces résonateurs : chacune possède une note caractéristique qui est sa longueur d'onde propre et n'entre en vibration que sous l'excitation d'ondes ayant une période vibratoire syntonique.

En conséquence, pour assurer une réception sélective dans un circuit, il suffira d'harmoniser la constitution électrique de ce circuit avec celle du système émetteur en y réglant la valeur de la capacité et de la self-induction.

Les postes transmetteurs pouvant, nous l'avons vu, faire varier à volonté la longueur d'onde utilisée à l'émission, il est facile à deux stations qui correspondent de se mettre d'accord pour la syntonisation presque parfaite de leurs appareils et de communiquer sans gêner des stations voisines accordées différemment et sans être troublées par elles. Dans

le cas où la longueur d'onde propre de l'antenne receptrice est plus petite que celle de l'antenne d'émission, la mise en résonance s'obtient par l'appoint d'une bobine de self embrochée dans l'antenne de réception (*fig.* 28).

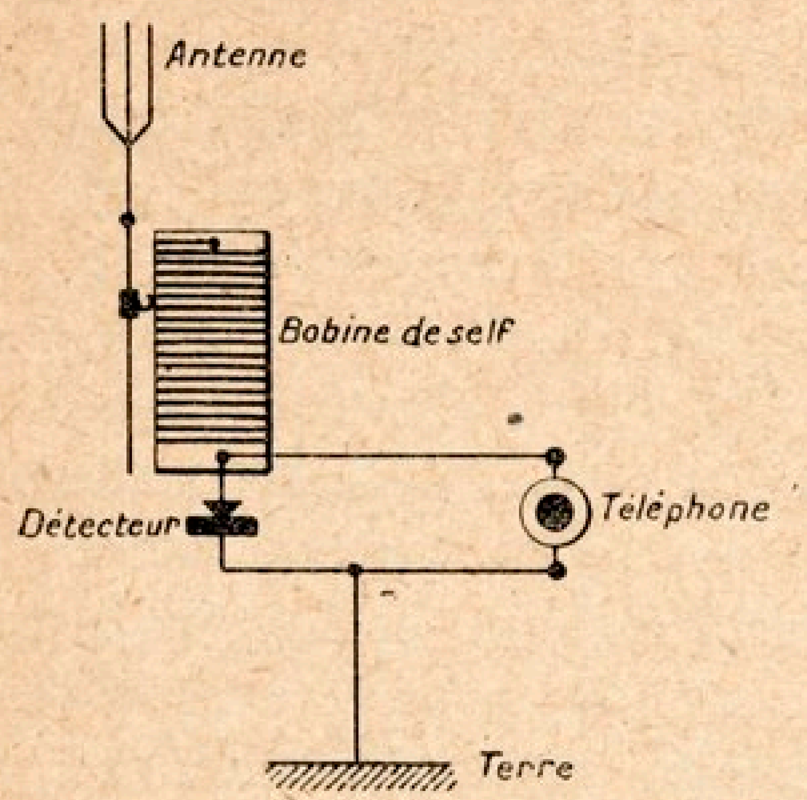


Fig. 28. — Antenne accordée par bobine de self. Les ondes à recevoir ont une longueur *plus grande* que la longueur d'onde propre de l'antenne.

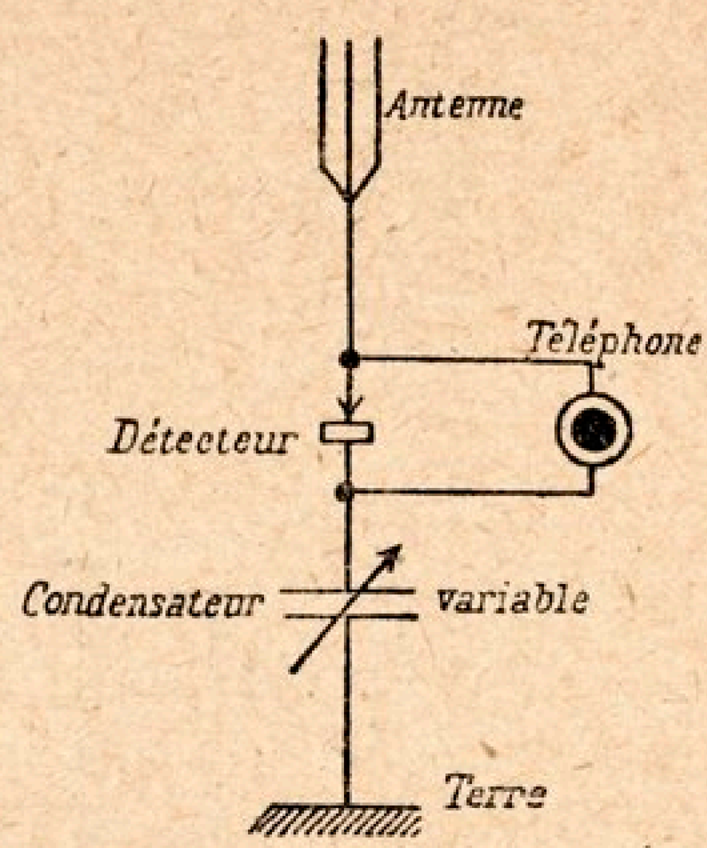


Fig. 29. — Antenne accordée par condensateur en série. Les ondes à recevoir ont une longueur *plus petite* que la longueur d'onde propre de l'antenne.

Au contraire, si l'onde rayonnée est plus petite que l'onde naturelle du collecteur, on insère dans celui-ci un condensateur réglable qui agit en diminuant la capacité de l'aérien (*fig.* 29), réduisant ainsi sa longueur d'onde et le mettant en bonnes conditions de résonance.

Dispositifs d'accord et de réglage. — Sans entrer dans des considérations techniques qui allongeraient inutilement cette étude, nous passerons rapidement en revue les différents procédés employés pour relier dans les meilleures conditions les appareils récepteurs à l'antenne collectrice.

Le montage le plus simple est celui que représente la figure 30. Il consiste à intercaler simplement dans l'antenne une bobine de self réglable ; en ajoutant, par le jeu du curseur, un nombre plus ou moins grand de spires dans le circuit antenne-terre, on augmente plus ou moins la longueur

d'onde pour laquelle ce circuit vibre de préférence. Lorsqu'il y a résonance entre le réglage ainsi obtenu et le réglage utilisé à l'émission, la réception atteint son maximum de netteté.

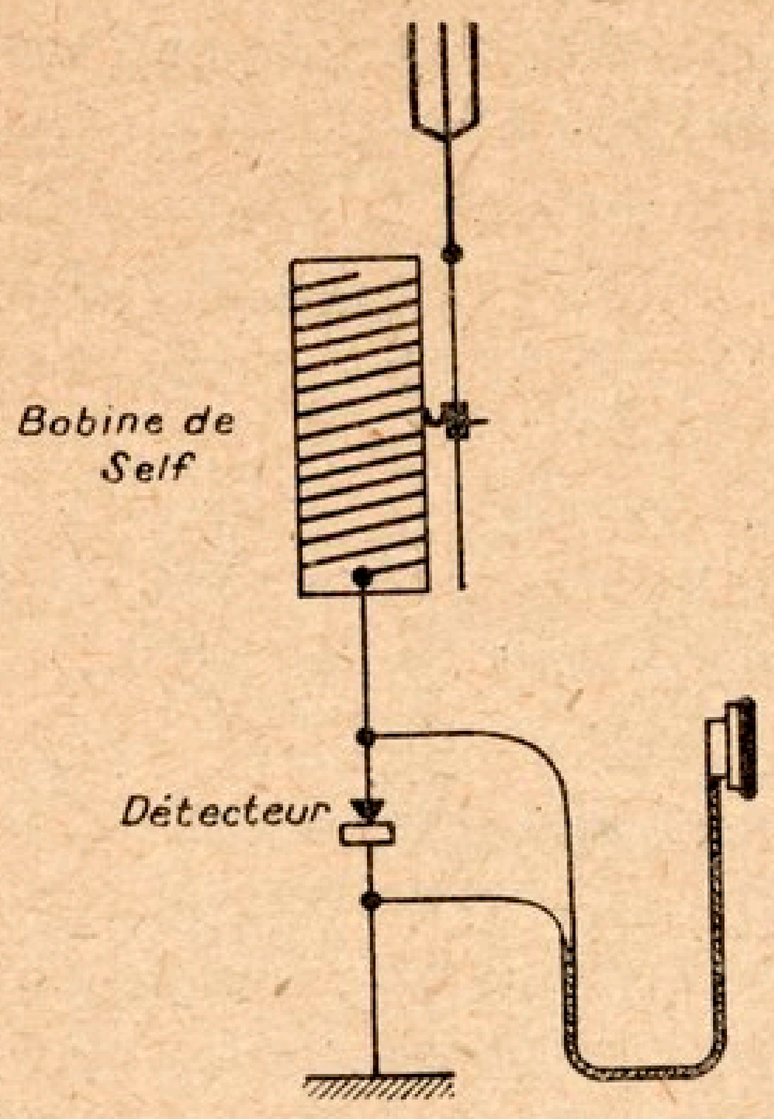


FIG. 30. — Montage en direct.

Ce montage *en direct*, qui suffit lorsqu'on ne vise pas un accord précis, est avantageusement remplacé par le montage de la figure 31, *en dérivation*. Dans ce cas, les deux électrodes du détecteur sont reliées aux extrémités de l'enroulement intercalé dans l'antenne et le téléphone est monté en série avec le détecteur, c'est-à-dire à sa suite.

Ce dispositif est très pratique et suffisamment sélectif, aussi le recommandons-nous tout particulièrement aux débutants.

Le schéma de la figure 32 montre un autre montage en dérivation d'un rendement meilleur et plus sélectif. La sélectivité est meilleure parce que les deux circuits antenne-terre

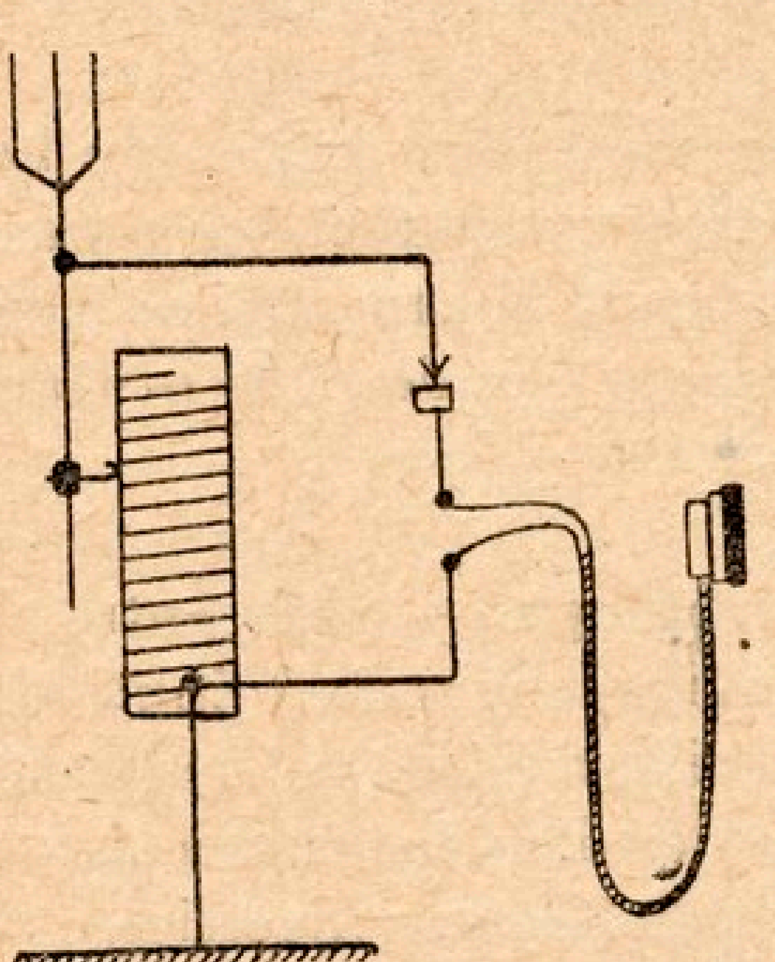


FIG. 31. — Montage en Oudin (avec détecteur à cristaux); accord par *couplage serré.*

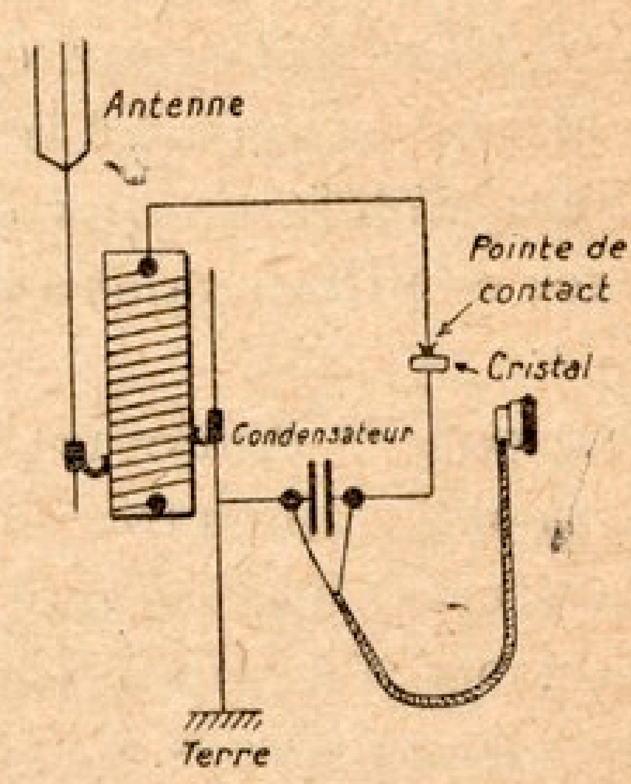


FIG. 32. — Montage en Oudin (avec détecteur à cristaux); accord par *couplage lâche.*

et détecteur-téléphone sont relativement indépendants. Le condensateur monté aux bornes du téléphone améliore la réception en diminuant l'amortissement du circuit du détecteur ; il offre, en effet, aux ondes un chemin supplémentaire, moins résistant que celui de l'écouteur. Ce montage est dit en Oudin.

Enfin, lorsqu'on désire un accord parfait pour une sélection rigoureuse des messages, on adopte la disposition par induction ou en Tesla (*fig.* 33).

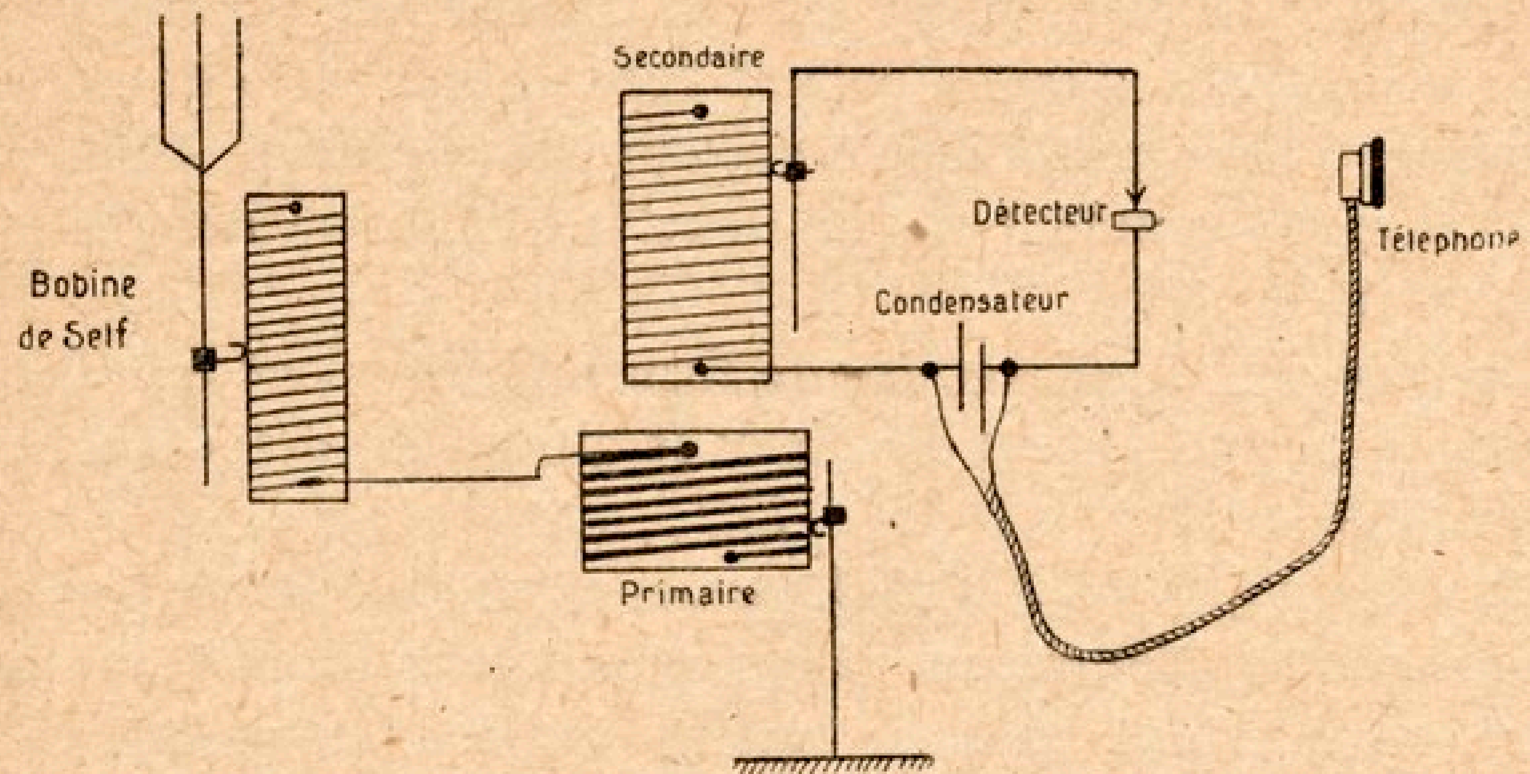


Fig. 33. — Montage par induction (avec détecteur à cristaux).

Ici, le circuit antenne-terre est complètement indépendant du circuit du détecteur. Le premier comprend une self d'antenne réglable complétée par un second enroulement (primaire du transformateur) également réglable. Ce primaire est bobiné sur un cylindre creux de carton paraffiné ou d'ébonite, à l'intérieur duquel peut se déplacer un autre enroulement réglable fait d'un fil plus fin et plus long, excité inductivement par les oscillations traversant le primaire. Les extrémités du dernier enroulement sont reliées au détecteur et à un condensateur, le plus souvent réglable, montés en série [1]. Le téléphone se monte en dérivation [2] sur le condensateur.

(1) C'est-à-dire assemblés de façon à ce que le courant les traverse *successivement*.

(2) En dérivation, c'est-à-dire sur des connexions communes ; lorsque deux appareils sont montés en dérivation, le courant les traverse *en même temps*.

Réglage des appareils d'accord. — Ce réglage a pour but de réaliser la valeur de self-induction et de capacité qui doit être ajoutée ou retranchée à celle que possède déjà en propre l'antenne réceptrice pour que cette dernière vibre à l'unisson des ondes à recevoir.

Avec le montage en direct, le seul réglage dont on ait à se préoccuper est celui de la bobine de self ; pour l'obtenir, le détecteur étant supposé réglé et le curseur de la bobine placé au début de l'enroulement, on fait glisser lentement ce curseur le long des spires d'accord dont on intercale un nombre de plus en plus grand dans le circuit de réception jusqu'à ce que les signaux soient perçus dans le téléphone avec la plus grande intensité.

Dans le dispositif représenté figure 31 on procède de même façon, le circuit antenne-terre et le circuit du détecteur étant communs.

En Oudin (*fig.* 32), le réglage pour l'accord est un peu plus compliqué; on commence par syntoniser le circuit antenne-terre en écartant plus ou moins les deux curseurs de la bobine de self. On parfait ensuite ce réglage en déplaçant simultanément les deux curseurs de manière à augmenter ou diminuer le nombre des spires en jeu dans le circuit du détecteur sans faire varier le nombre des spires comprises entre les deux curseurs.

L'accouplement du circuit antenne-terre et du circuit détecteur est dit *serré* lorsque le circuit détecteur comprend au moins toutes les spires du circuit antenne-terre, c'est le cas représenté par le schéma de la figure 31 ; l'accouplement est dit *lâche*, au contraire, lorsque le circuit du détecteur ne comprend pas les spires du circuit antenne-terre. L'accouplement lâche donne une réception beaucoup plus sélective ; le schéma de la figure 32 représente un réglage d'accord par couplage lâche.

La réalisation de l'accord par induction est celle qui demande le plus d'habileté. On règle d'abord le circuit antenne-terre à l'aide de la self d'antenne et du primaire du transformateur, en intercalant de préférence dans le circuit les spires

de la self ; ceci fait, on accorde le circuit induit, auquel on avait tout d'abord donné une valeur moyenne, en faisant varier le nombre des spires de la bobine secondaire et en donnant au condensateur une valeur de capacité convenable.

On parfait enfin le réglage en donnant à la bobine secondaire une position favorable à l'intérieur de la bobine primaire ; l'accouplement sera plus ou moins serré ou plus ou moins lâche selon que les bobines du transformateur se recouvriront plus ou moins.

Amplificateurs. — Malgré une syntonie parfaite réalisée par un réglage favorable, entre la transmission et la réception, les signaux reçus peuvent, en raison de la faible énergie mise

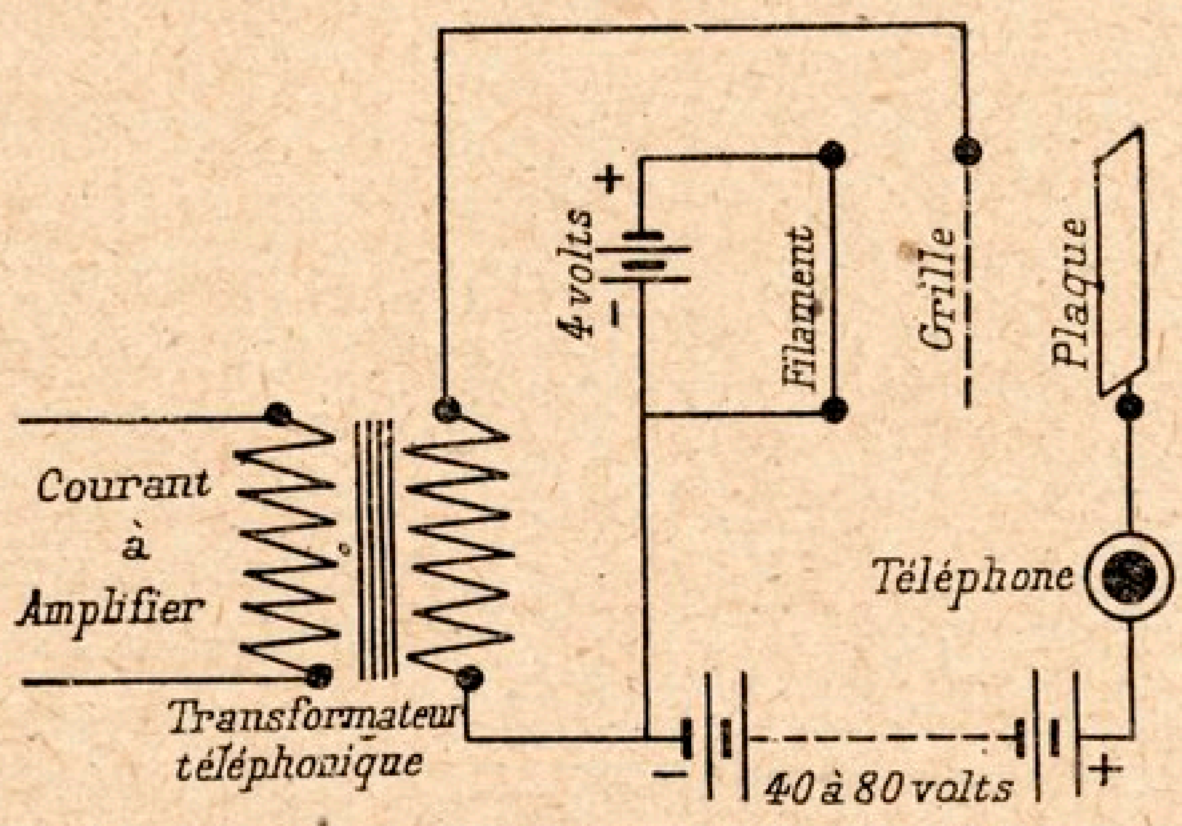


FIG. 34. — Tube à vide utilisé comme amplificateur.

en jeu au poste transmetteur ou par suite de l'éloignement du poste récepteur, être trop faibles pour être reçus avec un téléphone ; la lampe à trois électrodes dont nous avons parlé comme détecteur permet, avec un montage un peu différent de celui décrit, d'amplifier et de rendre perceptibles des sons extrêmement faibles.

Le schéma de la figure 34 montre le dispositif à adopter pour obtenir l'amplification d'un courant en utilisant un tube à vide.

Il est clair que les variations du courant à amplifier seront beaucoup plus grandes après avoir traversé le système parce

que la capacité électrique de la grille étant forcément très petite la plus petite quantité d'énergie qui lui parvient change son potentiel ; d'autre part, le courant débité par la grille est à peu près nul, il en résulte que des quantités d'énergie minime amenées par le circuit du courant à amplifier suffisent à faire varier le potentiel de la grille et à modifier le courant qui va de la plaque au filament incandescent et qui passe aussi à travers le téléphone.

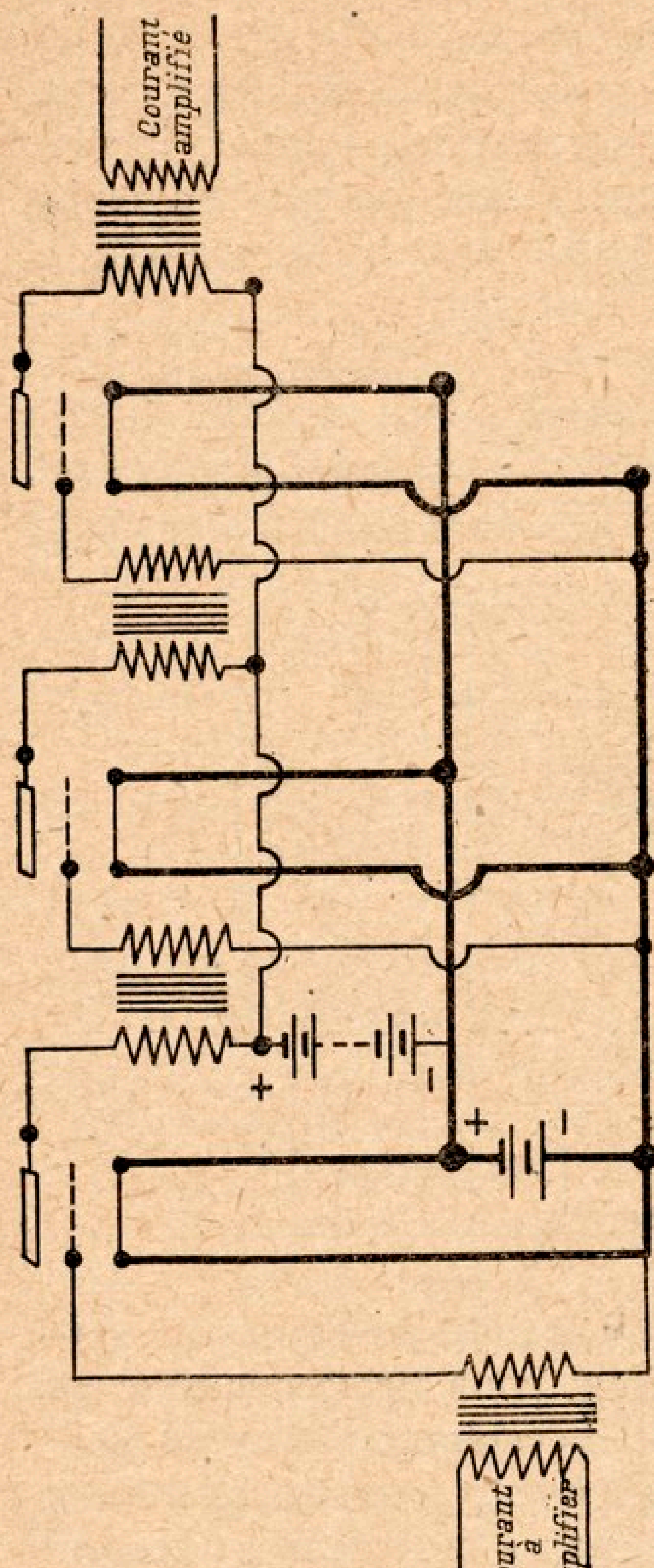


Fig. 35. — Amplificateur à trois étages d'amplification.
(Le circuit de chauffage est dessiné en traits gras.)

Un tel amplificateur n'ayant aucun organe mécanique, ne possède aucune inertie et les variations de courant amplifié suivent exactement celles du courant initial. La lampe montée en amplificateur constitue aussi un relais téléphonique très fidèle et très sensible.

Si l'amplification par une lampe n'est pas suffisante, on met à la place du téléphone le primaire d'un second transformateur dont le secondaire se relie à la grille d'une seconde lampe et on dispose le téléphone dans le circuit de plaque de cette lampe

On peut faire ainsi des amplificateurs à deux ou trois lampes (*fig.* 35) qui augmentent dans des proportions considérables l'intensité des réceptions téléphoniques ou radiotélégraphiques.

Les mêmes accumulateurs servent à chauffer les filaments de toutes les lampes, et la même batterie charge toutes les plaques. Les transformateurs employés sont des transformateurs téléphoniques.

Il existe d'autres dispositifs amplificateurs, nous en parlerons dans la seconde partie de cet ouvrage consacrée à la construction des appareils d'amateurs.

La Télégraphie sans fil par ondes entretenues.

La T. S. F. s'est enrichie récemment d'une découverte dont l'application a été la source de nombreux et importants perfectionnements : la réalisation pratique *d'ondes entretenues* a permis à la radiotélégraphie un essor rapide et puissant et popularisé l'usage de la radiophonie.

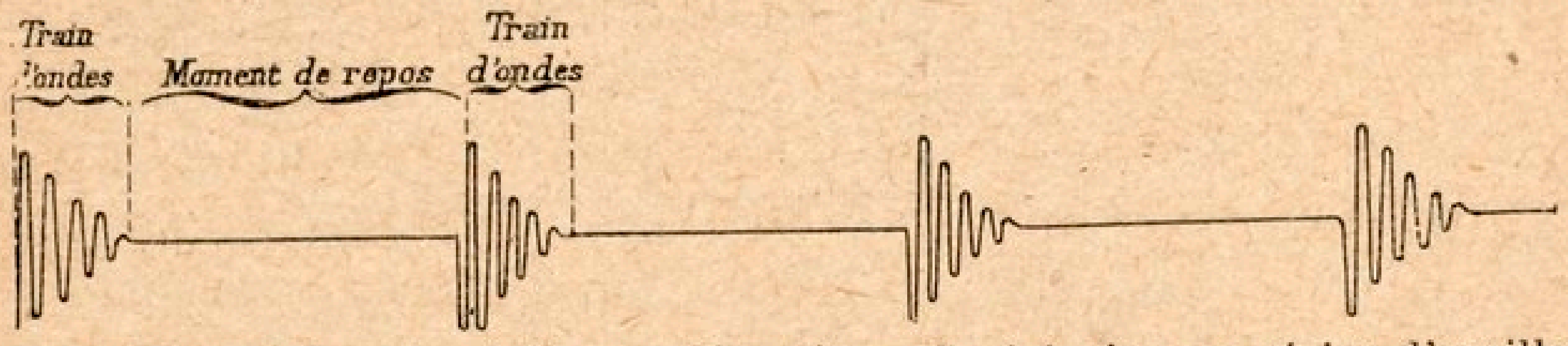


FIG. 36. — Représentation schématique de 4 trains ou séries d'oscillations amorties produits par 4 étincelles de décharge successives.

En radiotélégraphie par *ondes amorties*, la seule dont nous nous soyons occupé jusqu'ici, les vagues électro-magnétiques sont créées par des étincelles de décharge (décharge d'un condensateur) dont chacune donne naissance, dans l'antenne, à une brève série d'oscillations à amplitude décroissante, suivie d'un intervalle de repos relativement important. Le diagramme précédent traduit graphiquement ce phénomène électrique (*fig.* 36).

En radiotélégraphie par ondes entretenues, les ondes conservent, au contraire, en un train unique leur amplitude initiale et les moments de repos sont supprimés; le phénomène se traduit par le tracé de la figure 37.

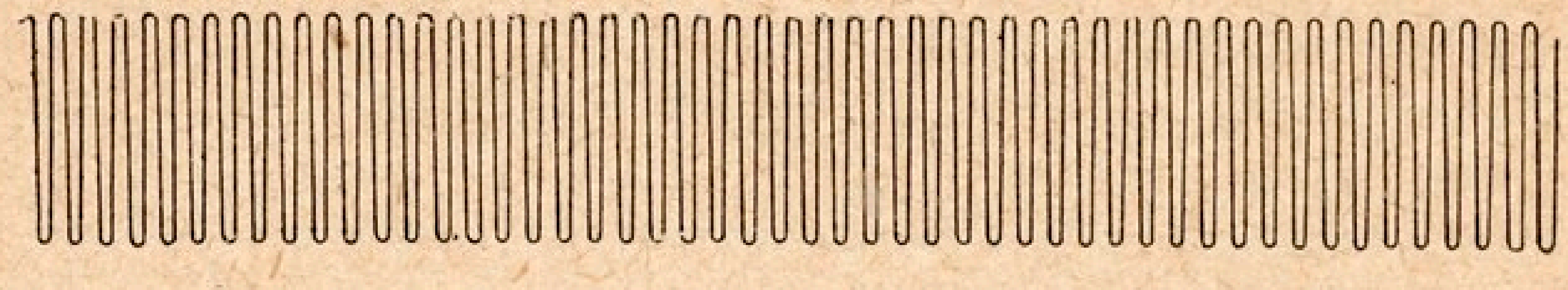


Fig. 37. — Train d'ondes entretenues.

Émission d'ondes entretenues. — C'est le physicien Elihu Thomson qui a découvert, le premier, la possibilité de produire dans un circuit des oscillations entretenues, c'est-à-dire d'obtenir la succession ininterrompue de trains d'ondes d'amplitude constante.

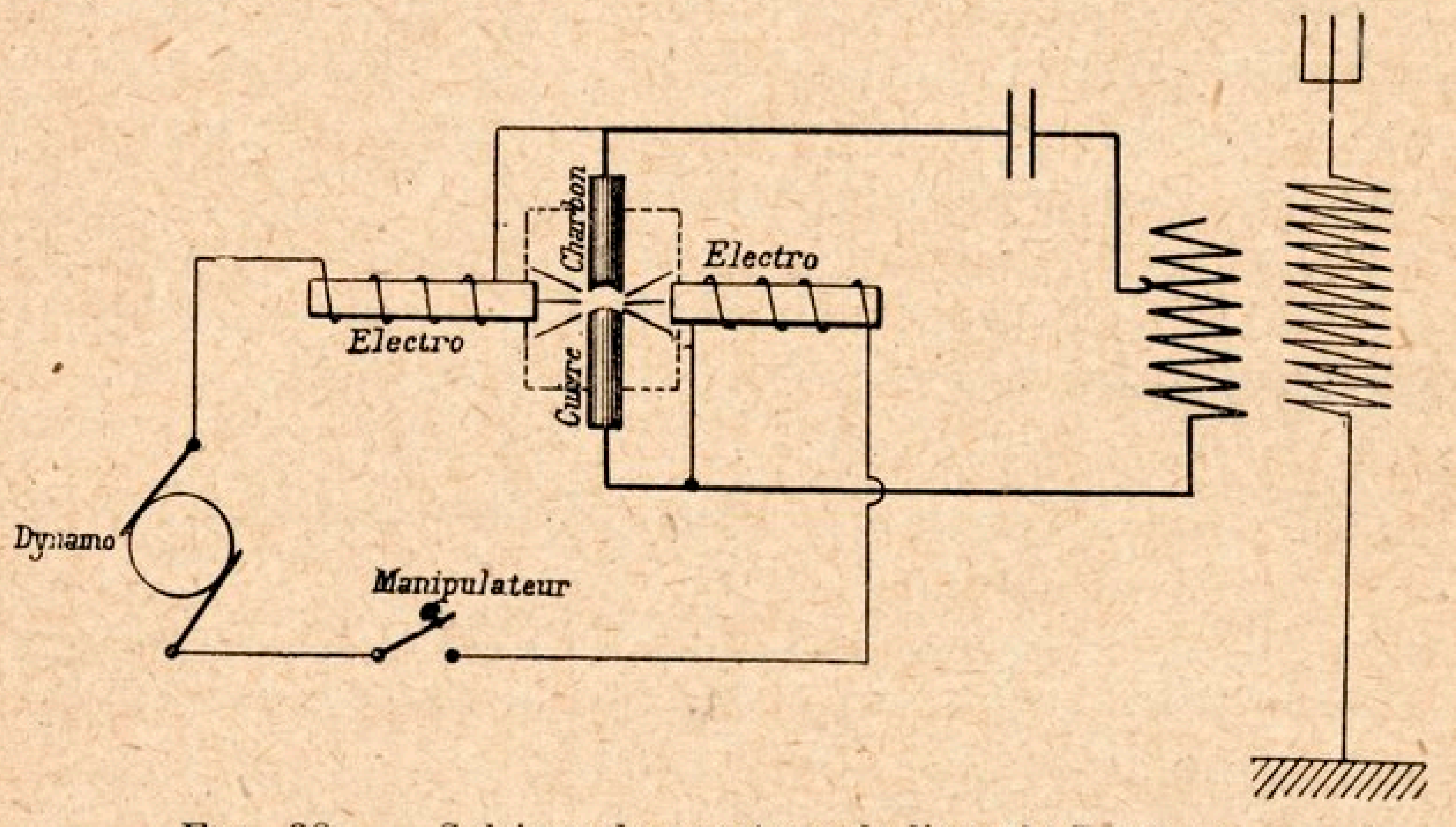


Fig. 38. — Schéma de montage de l'arc de Poulsen.

Le procédé, perfectionné par Poulsen, consiste à utiliser un arc électrique, alimenté par un courant continu de 100 à 500 volts, dans une atmosphère d'hydrogène, selon le schéma de la figure 38.

Comme il est facile de s'en rendre compte, l'arc est alimenté à travers les enroulements de deux électro-aimants

ces enroulements jouent le rôle d'une self-induction et s'opposent au retour des oscillations de haute fréquence vers la dynamo ou les accumulateurs, selon la source électromotrice employée ; de plus, les deux électro-aimants créent autour de l'arc un champ magnétique puissant qui coupe cet arc dès que l'intensité du courant d'alimentation est annulée par le jeu du manipulateur.

On obtient, également, la production d'ondes entretenues dans une antenne en utilisant les tubes à vide selon le montage représenté sur la figure 39 et très facilement réalisable avec une bobine de self ordinaire.

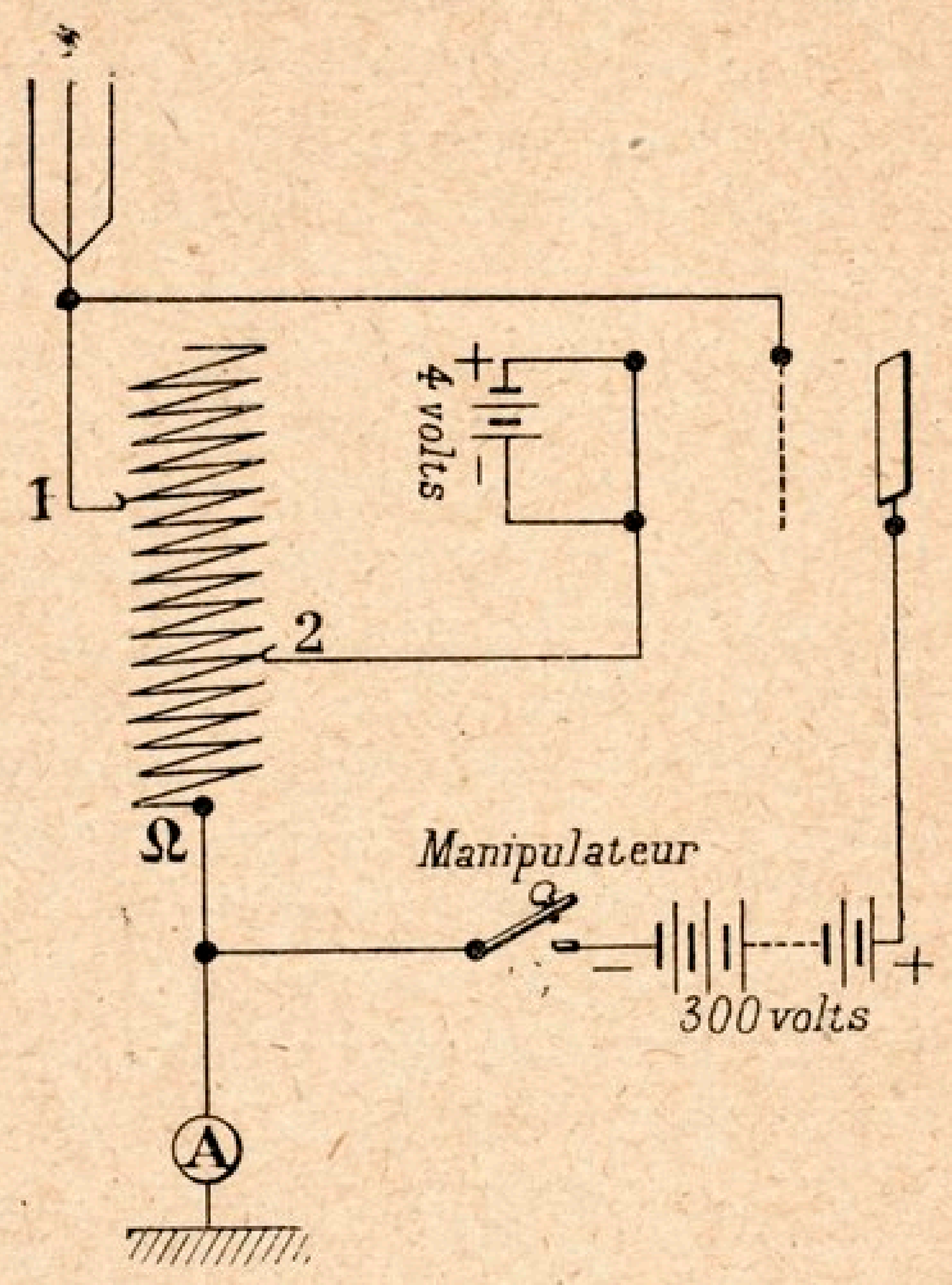


Fig. 39. — Utilisation d'une lampe à trois électrodes comme génératrice d'ondes entretenues.

Lorsque la lampe est allumée, c'est-à-dire lorsque le filament porté à l'incandescence émet des électrons, le courant de la source de 300 volts traverse l'espace grille-filament et la portion de la bobine de self comprise entre le curseur 2 et Ω qui marque la fin de l'enroulement reliée à la terre. Ce passage de courant ébranle le circuit qui entre en oscillation.

Les oscillations ainsi amorcées se transmettent, par induction, à la portion d'enroulement comprise entre les curseurs 2 et 1 et par suite à l'antenne. Il en résulte des variations de potentiel de la grille et des ouvertures et des fermetures périodiques du courant de la source de 300 volts.

Pour que l'entretien des oscillations soit assuré, il suffit de donner à la self de l'enroulement compris entre les curseurs

2 et 1, une valeur telle que l'émission du courant par la source dans l'enroulement compris entre 2 et Ω se produisent au moment où il aide l'oscillation de l'antenne et cesse au moment où il la contrarierait.

L'importance de l'enroulement 2 à Ω dépend de la fréquence et par suite de la longueur d'onde choisie pour la transmission; on règle la valeur de l'enroulement 2 à 1 de façon à obtenir, en résonance, une intensité maxima dans l'antenne; à cet effet, on utilise un ampèremètre thermique A monté sur la ligne de terre et dont les indications servent de contrôle pour la réalisation d'un réglage favorable.

La manœuvre du manipulateur intercalé dans le circuit de 300 volts, en coupant plus ou moins longtemps le courant nécessaire à l'entretien des ondes, assure une émission courte ou prolongée de ces dernières et permet la transmission de signaux du code Morse.

En bloquant le manipulateur sur son contact et en montant un microphone ordinaire en dérivation sur quelques spires de l'enroulement compris entre 2 et 1, on réalise un poste transmetteur de *téléphonie sans fil.*

Avec une seule lampe nous avons transmis des signaux morses à plus de 20 kilomètres en utilisant, pour faire la réception, l'amplificateur à résistances que nous décrirons plus loin, et échangé des conversations téléphoniques à 4 kilomètres de distance. En employant trois lampes en parallèle, les distances franchies ont dépassé 18 kilomètres en téléphonie et 100 kilomètres en transmission manipulée et, certainement, ce n'était point là des limites.

Réception des ondes entretenues. — Lorsqu'il s'agit de recevoir des ondes entretenues, les détecteurs ne suffisent plus puisque les téléphones ne peuvent révéler, avec eux, que des successions interrompues de trains d'ondes; il devient donc nécessaire de provoquer *mécaniquement* ou *électriquement* dans le train unique d'ondes entretenues des interruptions qui feront de ce train des séries d'oscillations séparées par des intervalles de repos de fréquence sonore.

a) ***Réception par tikker.*** — Le tikker est l'appareil le plus simple pour découper en tranches un train d'ondes entretenues. La figure 40 représente le montage d'un tikker dans un circuit de réception. Aux extrémités de l'enroulement secondaire sont montés, en dérivation, un condensateur variable de 25 dix-millièmes de microfarad et un condensateur fixe de 2 millièmes shuntant le téléphone récepteur ; la liaison électrique entre K et C est périodiquement coupée par

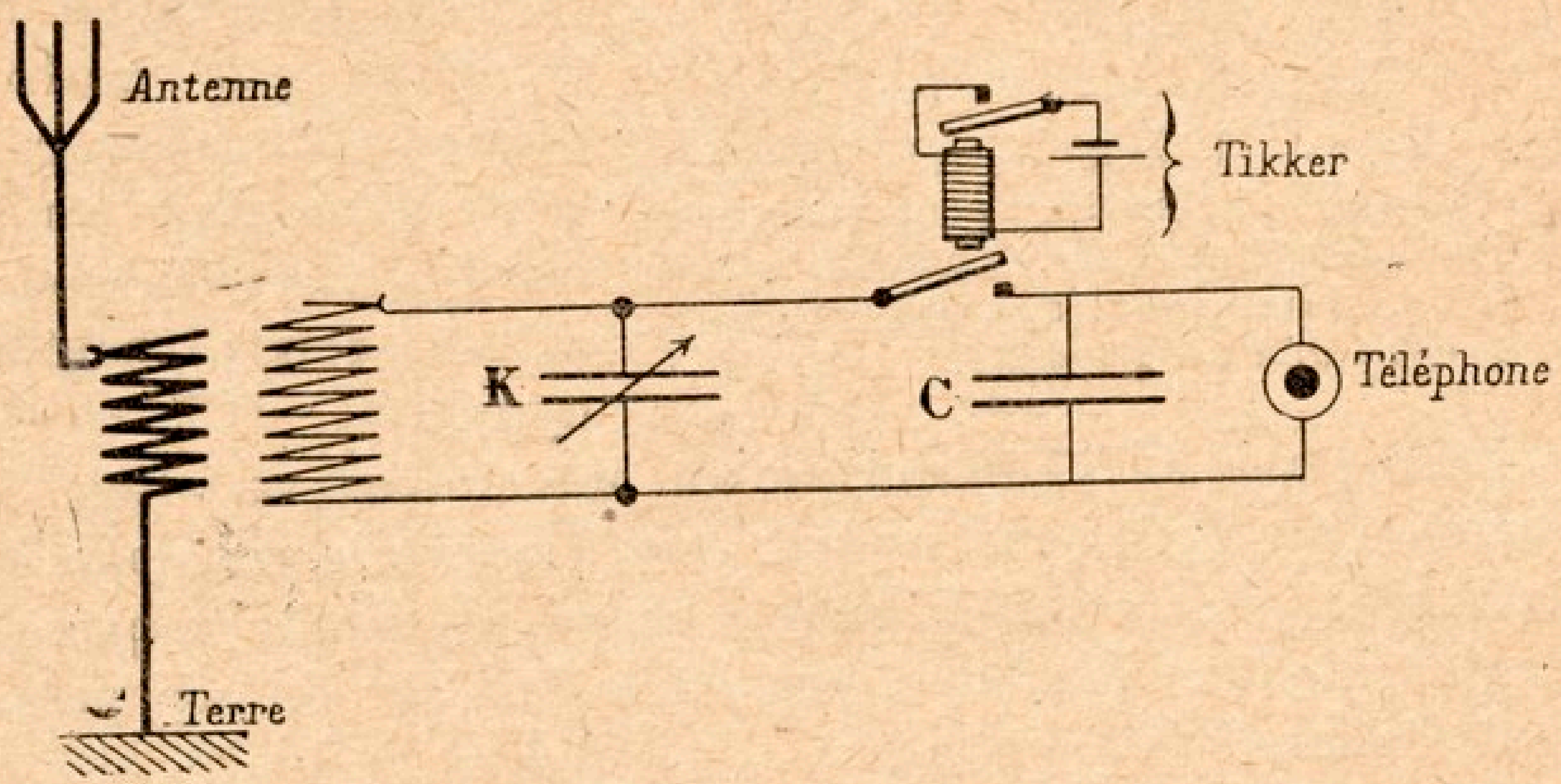


Fig. 40. — Réception d'ondes entretenues au moyen d'un tikker.

un vibreur électrique ou par la roue dentée d'un mouvement d'horlogerie. Les coupures ainsi réalisées interrompent régulièrement le train unique d'ondes entretenues dont les tronçons séparés agissent à la façon des trains d'oscillations d'une transmission par étincelles. Le son perçu ne dépend que de la fréquence des interruptions du tikker et varie avec le réglage de ce dernier.

b) ***Réception par interférences.*** — On emploie, avec avantage, une autre méthode pour la réception des ondes entretenues ; cette méthode consiste à superposer aux oscillations recueillies par l'antenne des oscillations auxiliaires locales, dont la fréquence convenablement réglée interfère avec la fréquence des ondes étrangères et détermine dans le train de

celle-ci un mouvement parasite de basse fréquence susceptible d'être perçu dans un écouteur téléphonique.

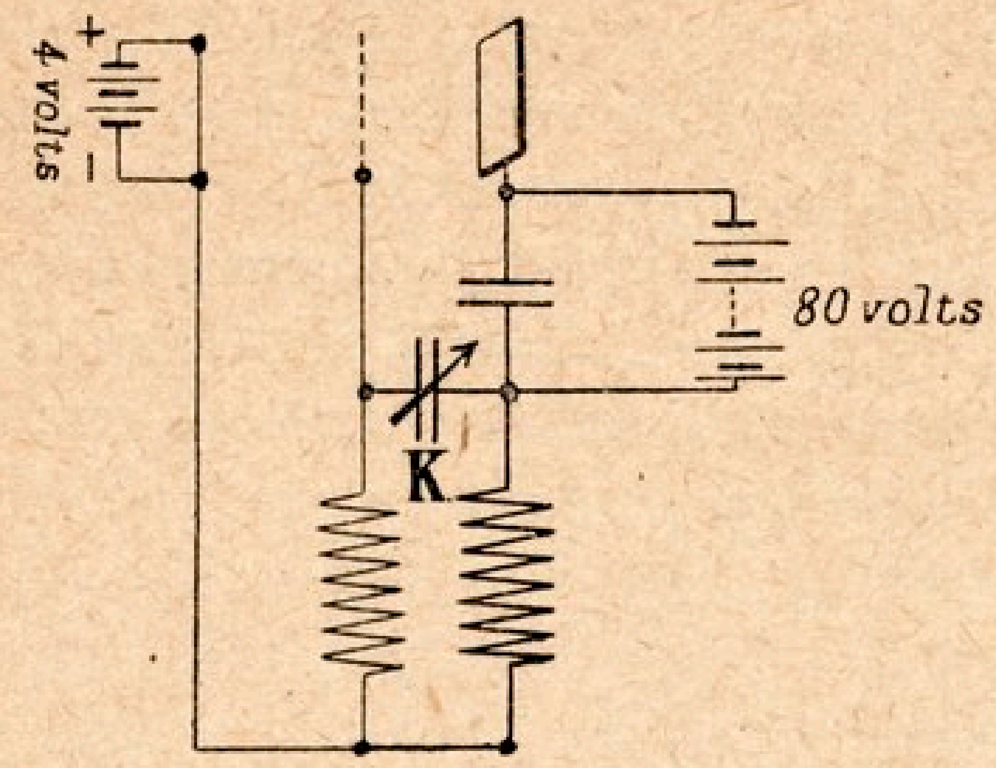


FIG. 41. — Lampe à trois électrodes employée en hétérodyne pour la réception des ondes entretenues. L'une des bobines doit avoir un enroulement en *sens inverse* de celui de l'autre bobine.

Le procédé le plus commode pour créer des oscillations locales est l'emploi du tube à vide; ce genre de réception a reçu la désignation de réception par hétérodyne. La figure 41 représente le montage d'une lampe à trois électrodes utilisée comme hétérodyne.

Le réglage de l'hétérodyne est obtenu par variation de capacité du petit condensateur K qui assure le couplage de la bobine grille et de la bobine plaque réglant la fréquence des oscillations locales et partant la hauteur du son perçu au téléphone.

L'emploi de l'hétérodyne permet des portées de réception beaucoup plus grandes que celles réalisables avec le tikker; en effet, en superposant à l'énergie reçue l'énergie auxiliaire locale, l'hétérodyne augmente considérablement l'intensité de la réception.

Pour recevoir une émission sur ondes entretenues, on utilise donc un dispositif détecteur quelconque (*fig.* 42), en ayant soin de placer tout à proximité de ce circuit un hétérodyne ou émetteur d'ondes dont les oscillations, interférant avec les oscillations inaudibles recueillies par le système détecteur, créent un mouvement oscillatoire résultant de fréquence sonore.

De nombreux dispositifs récepteurs actuellement utilisés pour la réception des émissions radiotélégraphiques sur ondes entretenues sont équipés de telle sorte qu'ils entretiennent dans leur circuit des oscillations locales interférentes

qui suppriment l'emploi d'un hétérodyne séparé ; la figure 43

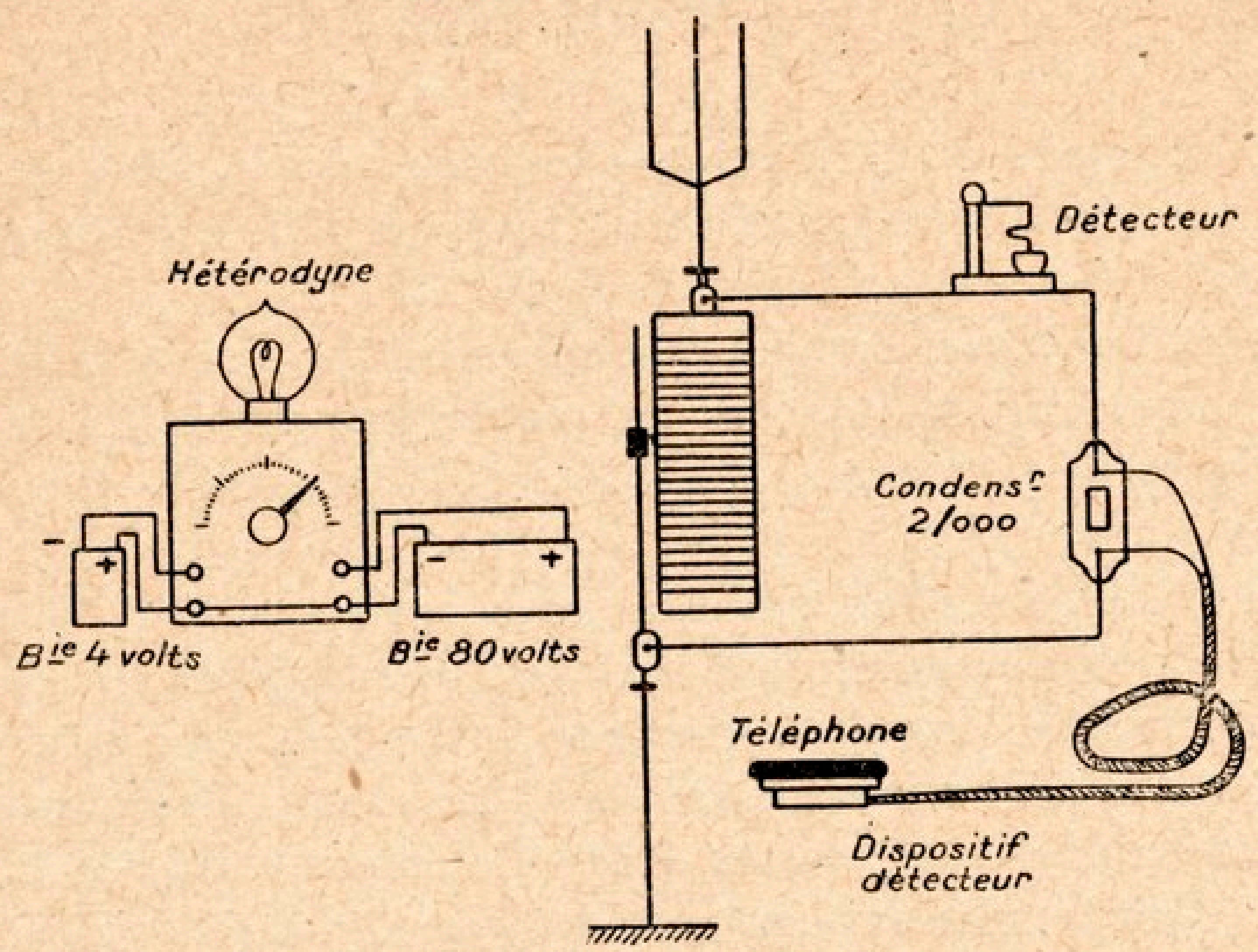


FIG. 42. — Réception d'ondes entretenues au moyen d'un hétérodyne.

représente schématiquement un récepteur autodyne de ce

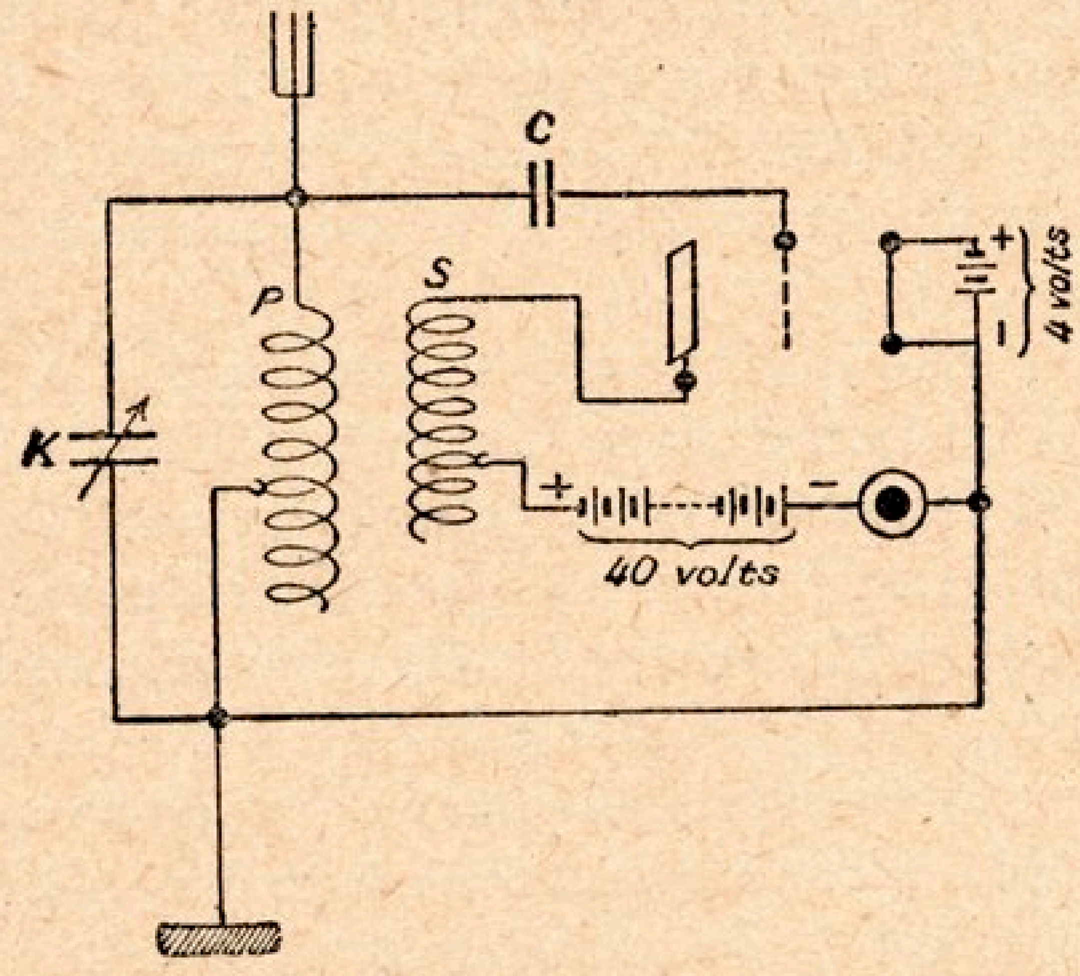


FIG. 43. — Récepteur autodyne.

genre, réalisé au moyen d'un résonateur à deux enroulements ou Tesla.

LA TÉLÉPHONIE SANS FIL

La transmission à distance, sans conducteur métallique, de la parole, de la musique et du chant est la plus récente application, et la plus populaire, de la T. S. F.

La *radiophonie*, comme il convient d'appeler le rayonnement de vibrations sonores au moyen des ondes électromagnétiques, a été rendue possible par la découverte des ondes entretenues.

On utilise, en effet, celles-ci pour réaliser entre un poste d'émission radiophonique et un poste de réception une chaîne conductrice le long de laquelle se propagent avec la vitesse de la lumière les vibrations sonores. Le champ électromagnétique des ondes entretenues, siège d'un mouvement électrique de fréquence extrêmement rapide (plus de 40.000 vibrations par seconde) ne détermine dans le récepteur aucun courant directement perceptible (1); cependant si l'on fait varier au départ l'amplitude des oscillations en lui imprimant, à l'aide d'un microphone, une déformation rythmée par des vibrations sonores, ces dernières atteignent avec les ondes le poste de réception où leur modulation initiale est perçue avec un résonateur ordinaire pourvu d'un détecteur et d'un écouteur téléphonique.

Les ondes entretenues qui servent ainsi de support aux vibrations acoustiques ont reçu en radiophonie le nom d'*ondes porteuses ;* la figure 44 traduit graphiquement le mécanisme dont nous venons de parler : les variations d'amplitude qu'imprime à l'onde porteuse un circuit microphonique influencé par des vibrations sonores se traduisent au poste récepteur par des mouvements périodiques de fréquence audible agissant, après détection, sur un écouteur téléphonique.

Un petit poste d'émission radiophonique est représenté sur le schéma de la figure 45.

Le dispositif est constitué de la manière suivante : Une bo-

(1) Ce courant peut évidemment être perçu en utilisant un hétérodyne.

bine de self-induction B est intercalée à la fois dans l'antenne et dans le circuit de plaque d'une lampe à trois électrodes ; ce

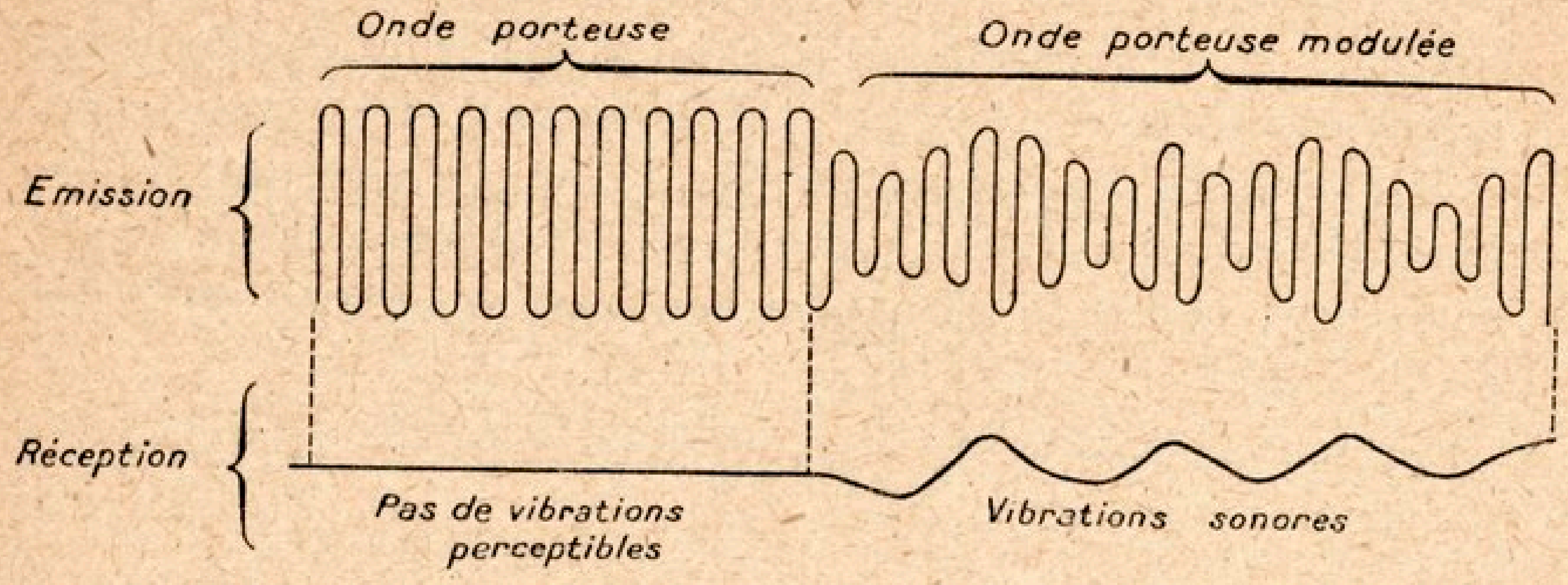


FIG. 44. — Mécanisme de la radiophonie.

circuit comprend également une source de courant continu à 300 volts reliée par son pôle positif à la plaque et shuntée (c'est-à-dire bouclée) par un petit condensateur au mica (C). Le courant se ferme par l'intervalle qui sépare le filament et la plaque dans la lampe.

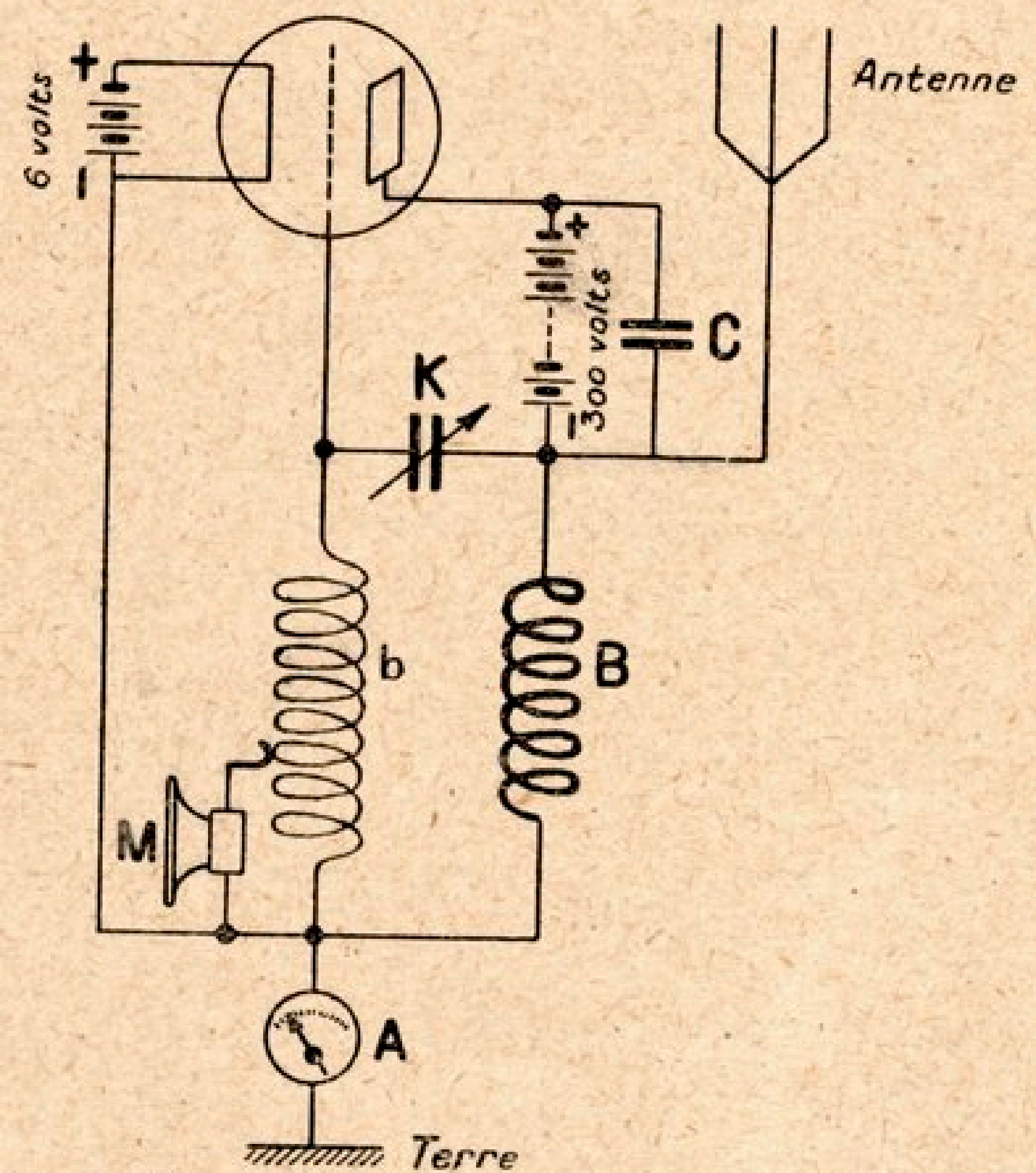


FIG. 45. — Schéma d'un poste d'émission radiophonique.

Le circuit de grille comprend, outre l'espace entre le filament et la grille, une seconde bobine de self *b*.

Un condensateur variable à air, de faible capacité, a ses armatures respectivement reliées à l'entrée des bobines de plaque et de grille.

Un microphone M est branché sur quelques spires de la bobine de grille.

Lorsque la lampe est allumée, l'antenne entre en vibration et devient le siège d'oscillations entretenues. Il suffit alors de parler devant le microphone pour que les variations de résistance de ce dernier altèrent plus ou moins la valeur de la self intercalée entre ses bornes et déterminent ainsi dans le circuit d'antenne des changements d'amplitude suivant fidèlement les vibrations de la parole, par conséquent de fréquence sonore et susceptibles d'agir sur un récepteur ordinaire de T. S. F.

DEUXIÈME PARTIE

INSTALLATION ET CONSTRUCTION D'APPAREILS DE T. S. F. POUR EXPÉRIENCES D'AMATEURS

I. — L'ANTENNE ET LA PRISE DE TERRE

L'établissement du collecteur d'ondes et de la prise de terre d'une station de T. S. F. doit être l'objet du plus grand soin ; de la valeur de ces organes dépend, pour beaucoup, le rendement du poste.

On choisira pour dresser l'antenne aérienne un lieu aussi dégagé que possible, évitant le voisinage immédiat des arbres, des murs et surtout celui des canalisations métalliques susceptibles d'absorber une partie de l'énergie rayonnée.

D'une manière générale un espace libre de 4 à 5 mètres doit être ménagé autour de l'aire embrassée par le collecteur d'ondes.

Celui-ci sera établi, de préférence, avec du fil de bronze phosphoreux de 2 millimètres de diamètre, la bonne conductibilité et la résistance à la traction de ce métal donneront toute garantie de solidité et de bon rendement à l'aérien.

Les fils câblés et les conducteurs en ruban sont excellents pour la confection des antennes, mais ils sont d'un prix élevé. On les utilisera avec avantage pour les collecteurs d'ondes d'appartement dont les dimensions sont nécessairement très réduites.

Quelques amateurs emploient pour la confection de leur col-

lecteur du fil de fer galvanisé ou cuivré dont le prix est bon marché; ce type de conducteur ne vaut pas le fil de cuivre ou le fil en bronze phosphoreux, mais les essais très satisfaisants que son emploi nous a permis nous interdisent de le proscrire absolument.

L'isolement parfait du collecteur est une condition essentielle de succès; on ne négligera rien pour que la nappe métallique recueillant les ondes soit à l'abri de tout contact avec des supports métalliques, ou insuffisamment isolés, il vaut mieux pécher ici par excès que par manque de précautions. Un chapelet de trois ou quatre isolateurs en porcelaine, en verre ou en ébonite prolongé par un bâton de 10 à 20 centimètres en même matière accrochera les extrémités de l'antenne au sommet des mâts ou des supports.

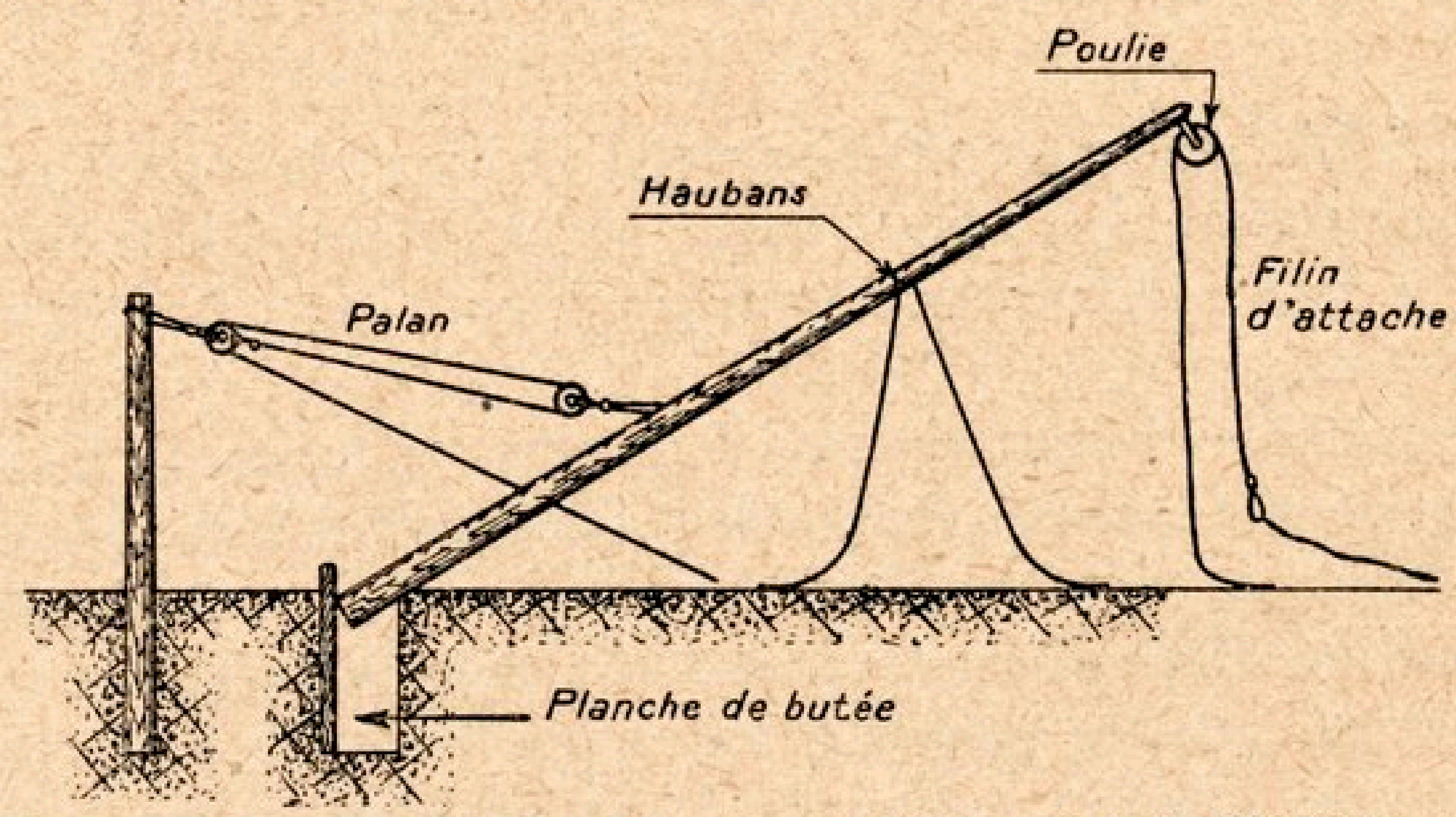


Fig. 46. — Mise en place d'un mât support d'antenne.

Le meilleur mât d'antenne est un sapin de 10 à 12 mètres, écorcé, badigeonné copieusement au carbonil, au crésyl ou au sulfate de cuivre pour en assurer la bonne conservation et fixé en terre dans un massif de maçonnerie.

La figure 46 montre les dispositions à prendre pour mettre debout aisément et sans crainte d'accident un mât d'antenne d'une dizaine de mètres. Les deux haubans seront tenus à main d'homme pendant la levée au palan du mât-support qu'ils aideront à maintenir en équilibre. Le filin d'attache de l'antenne aura été placé dans la poulie du mât avant la

levée de celui-ci; le filin d'attache doit avoir deux fois environ la hauteur du support et être pourvu d'un mousqueton d'accrochage; ceci permet d'amener commodément le nappe collectrice pour modification ou réparation (*fig.* 47).

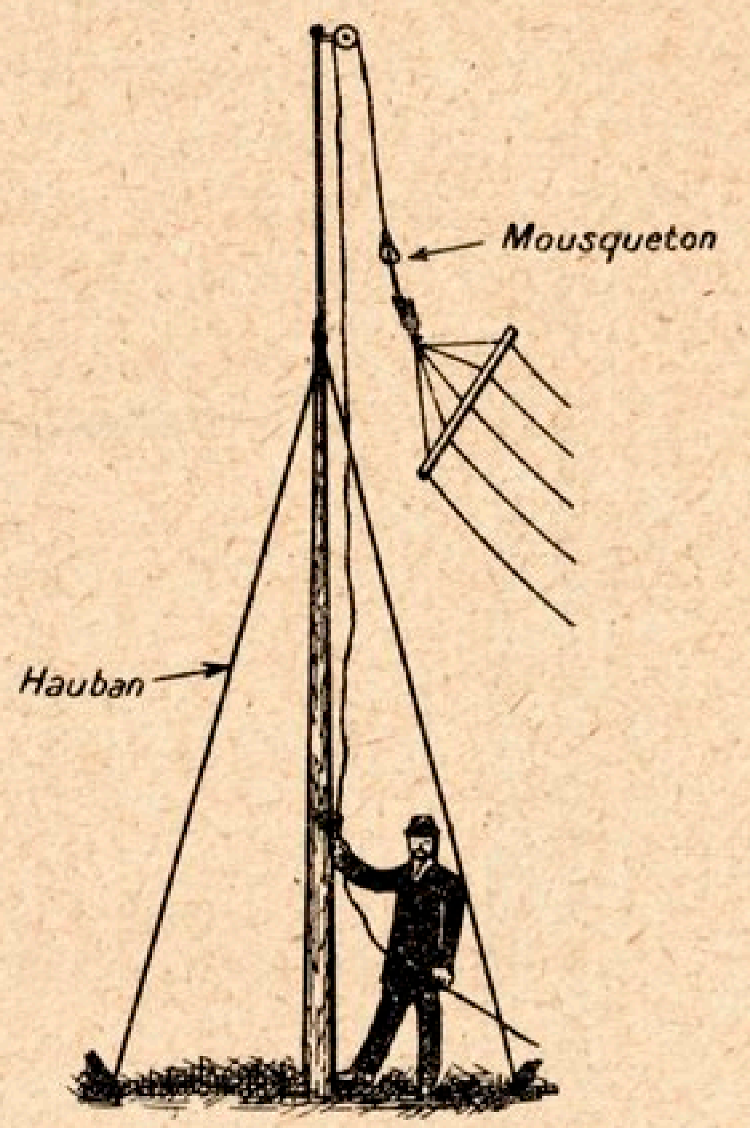


FIG. 47. — Antenne amenée pour réparation ou modification.

Un pylone métallique, un arbre, un clocher, une cheminée d'usine, un pignon élevé peuvent aussi constituer d'excellents supports à condition qu'une attache de corde paraffinée ou goudronnée en maintienne le collecteur d'ondes éloigné de 3 ou 4 mètres.

L'immobilité de l'antenne dans un même plan horizontal est une condition très importante de bon fonctionnement. La capacité électrique d'un collecteur d'ondes varie en effet avec la distance qui le sépare du sol (voir la T. S. F. des Amateurs, Chapitre premier) et il est impossible d'assurer un réglage stable d'appareil de T. S. F reliés à une antenne maintenue par des supports trop flexibles. La réception des ondes courtes en particulier, qui exige des réglages très précis devient difficile par grand vent avec un aérien non immobilisé.

Nous conseillons d'assurer l'équilibre du collecteur d'ondes soit au moyen d'un contrepoids (*fig.* 48), soit au moyen d'un ressort comme ceux qu'utilisent les charretiers pour amortir l'effort trop brusque des chevaux sur les palonniers. Si l'on a pris la précaution de tendre un peu l'antenne sur ses attaches, l'un ou l'autre dispositif absorbera entièrement le vacillement des mâts sous la poussée du vent et maintiendra la nappe collectrice suffisamment immobile.

Toutes les fois qu'on en aura la facilité, il y aura avantage à installer l'antenne sur un lieu élevé, au sommet d'un coteau

par exemple, plutôt qu'au pied d'une colline; on sacrifiera cependant le bénéfice de l'altitude à la nécessité d'assurer dans un sol naturellement humide et conducteur l'établissement d'une bonne prise de terre. Qu'il s'agisse de réception ou d'émission, tant vaut la terre, tant vaut le poste.

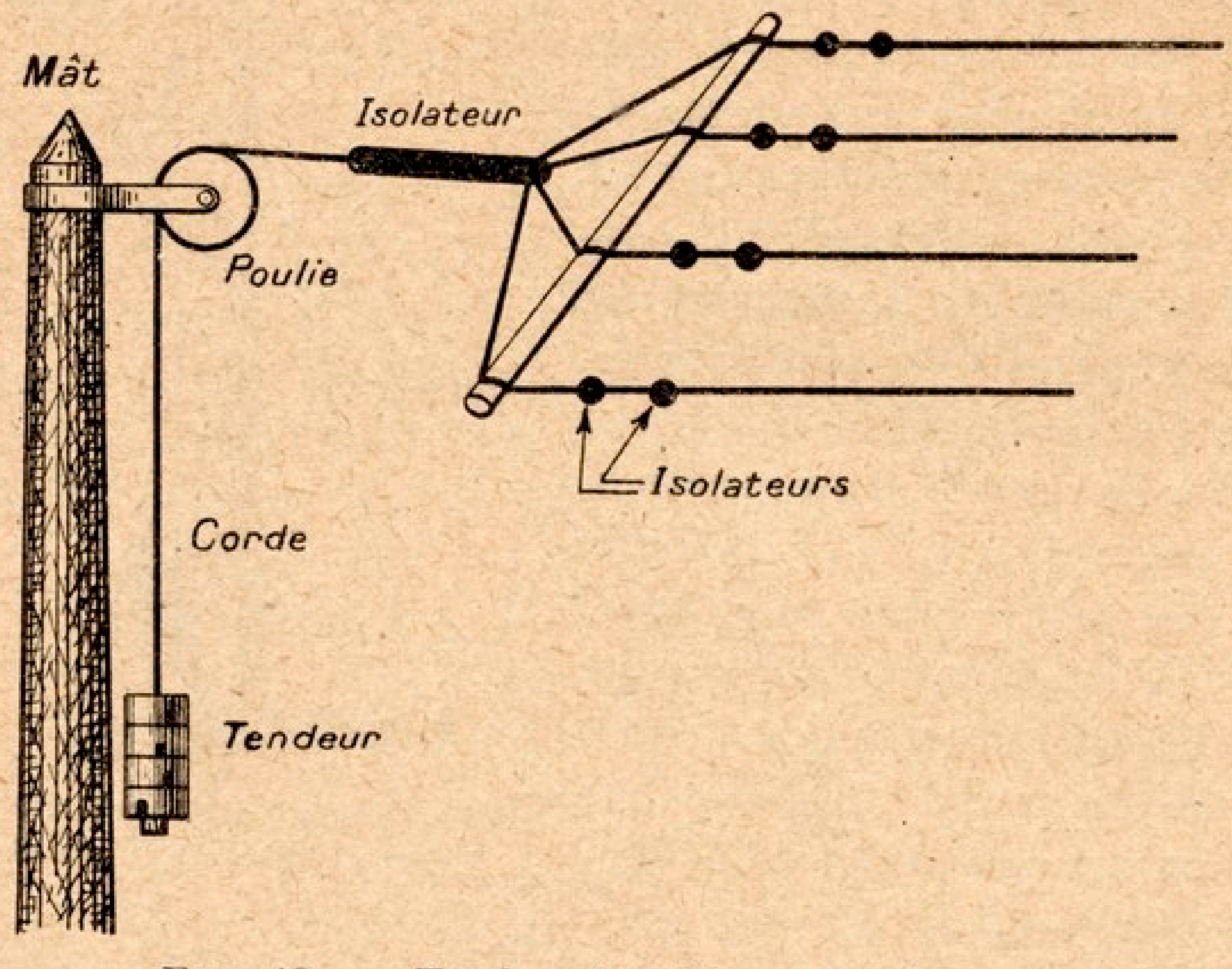


FIG. 48. — Tendeur à poids pour antenne.

Une vallée peu encaissée sera souvent plus favorable à l'installation d'un poste à grande portée qu'une colline rocailleuse, et la proximité de la mer, d'un étang ou d'un cours d'eau est tout à fait à rechercher.

Une station radiotélégraphique établie dans une vallée devra être suffisamment éloignée des coteaux environnants pour que les ondes déviées par ces obstacles trouvent encore une étendue suffisante pour une réfraction complète leur permettant d'atteindre le collecteur aérien.

L'orientation de l'antenne n'est pas un facteur indifférent pour assurer la meilleure réception; la disposition la plus avantageuse est celle qui place le fil de descente de l'aérien du côté de la station écoutée; il est également préférable, lorsque l'antenne ne peut pas être horizontale, de relier aux

appareils récepteurs la partie la plus élevée de la nappe. Il ne faut pas attacher toutefois à ces précautions une importance exagérée, une orientation défectueuse peut encore donner, en réception, des résultats excellents.

Différentes formes des antennes. — Il existe différents types d'antenne; nous mentionnerons et décrirons seulement les plus connus.

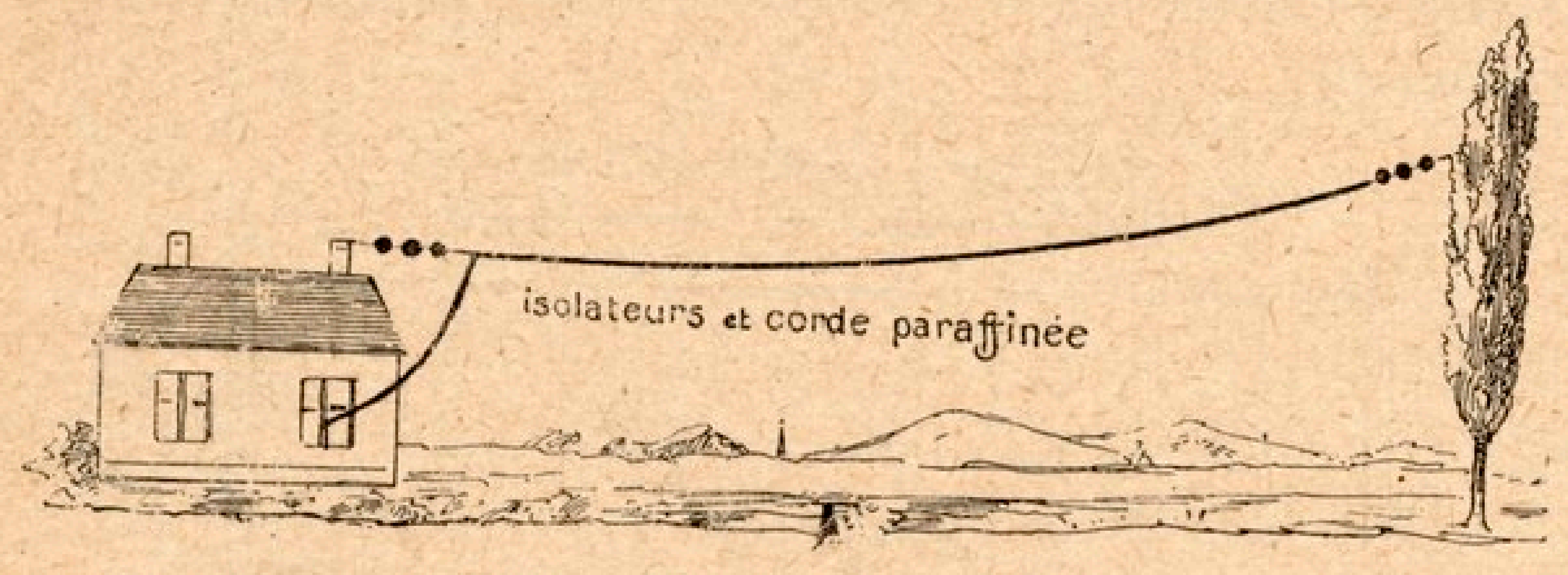


FIG. 49. — Antenne unifilaire.

Le plus simple collecteur d'ondes est l'antenne unifilaire constituée par un seul fil (*fig.* 49). Cet aérien est facile à installer, il est économique; sa capacité cependant est assez faible, aussi lui préférons-nous une antenne à fils multiples.

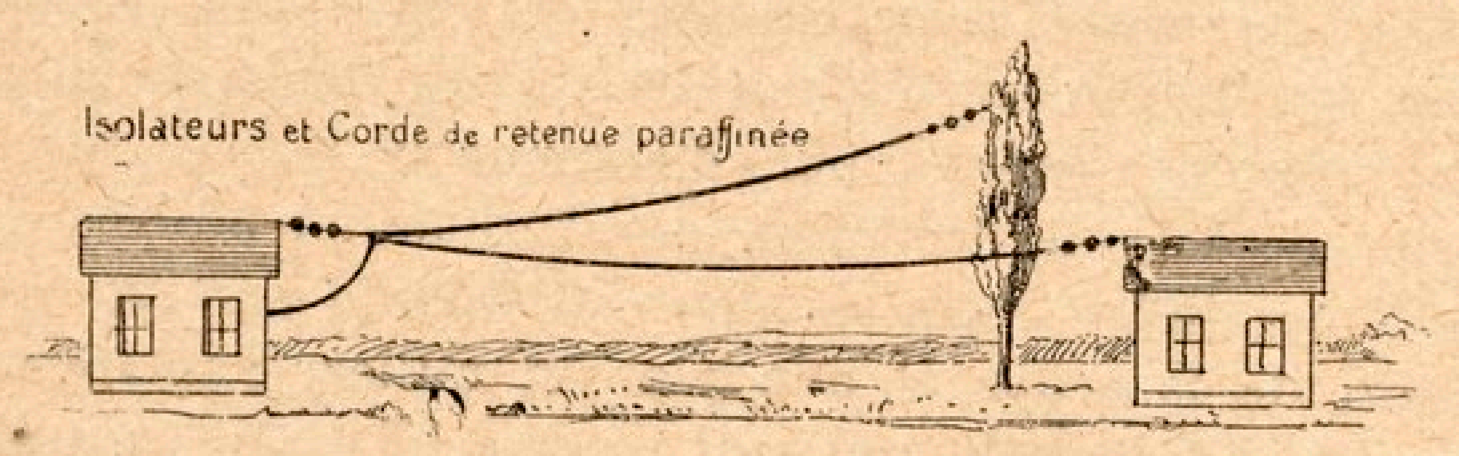


FIG. 50. — Antenne en V.

L'antenne en V est la plus rudimentaire des antennes à plusieurs fils (*fig.* 50). Elle fut très employée durant la guerre par les postes de campagne obligés à de fréquents déplacements.

Les brins radiants ont généralement de 50 à 60 mètres, et

forment entre eux un angle de 40 à 60°; Ils doivent être tous les deux de même longueur et être également éloignés du sol.

Ce type d'antenne est légèrement directif, aussi recommandons-nous d'orienter, autant que faire se peut, le sommet de l'angle formé par les deux branches du collecteur vers la station correspondante.

La figure 51 représente une antenne à deux brins, non directive; ce modèle est assez commun sur les navires où la disposition des mâts et des agrés permet de l'installer commodément.

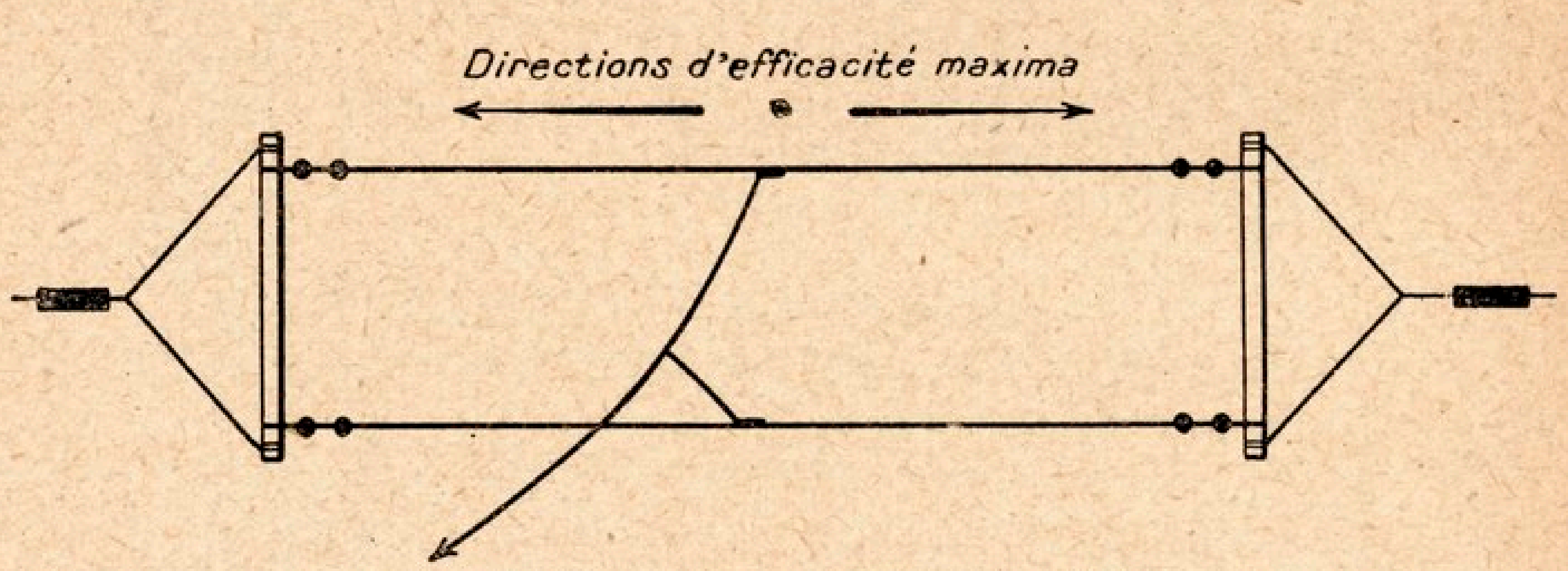


FIG. 51. — Antenne en T à deux brins.

La longueur de chaque brin est de 30 à 40 mètres, leur écartement de 3 à 4 mètres. Les fils de descente sont soudés au milieu de chaque brin; les deux extrémités de la nappe doivent être à la même distance du sol. La forme de ce collecteur lui a fait donner le nom d'antenne en T.

L'antenne de la figure 52 est aussi un aérien à brins multiples et parallèles, mais les fils de descente partent d'une extrémité de la nappe et non plus du milieu; l'antenne est dite en L; elle possède un pouvoir directif assez prononcé.

Nous donnons toute préférence à ce genre de collecteur d'ondes. Une longueur de 30 à 40 mètres pour chaque brin et un écart entre eux de $1^{m},50$ environ sont des données applicables à la majorité des cas; nous recommandons aux amateurs de ne point dépasser ces mesures, même aux très grandes distances, lorsqu'ils utilisent nos petits appareils dont la sensibilité est extrême.

La figure 52 indique comment il convient d'équiper une antenne en L à quatre brins. Chaque brin collecteur est isolé à ses extrémités par un chapelet de petits isolateurs en por-

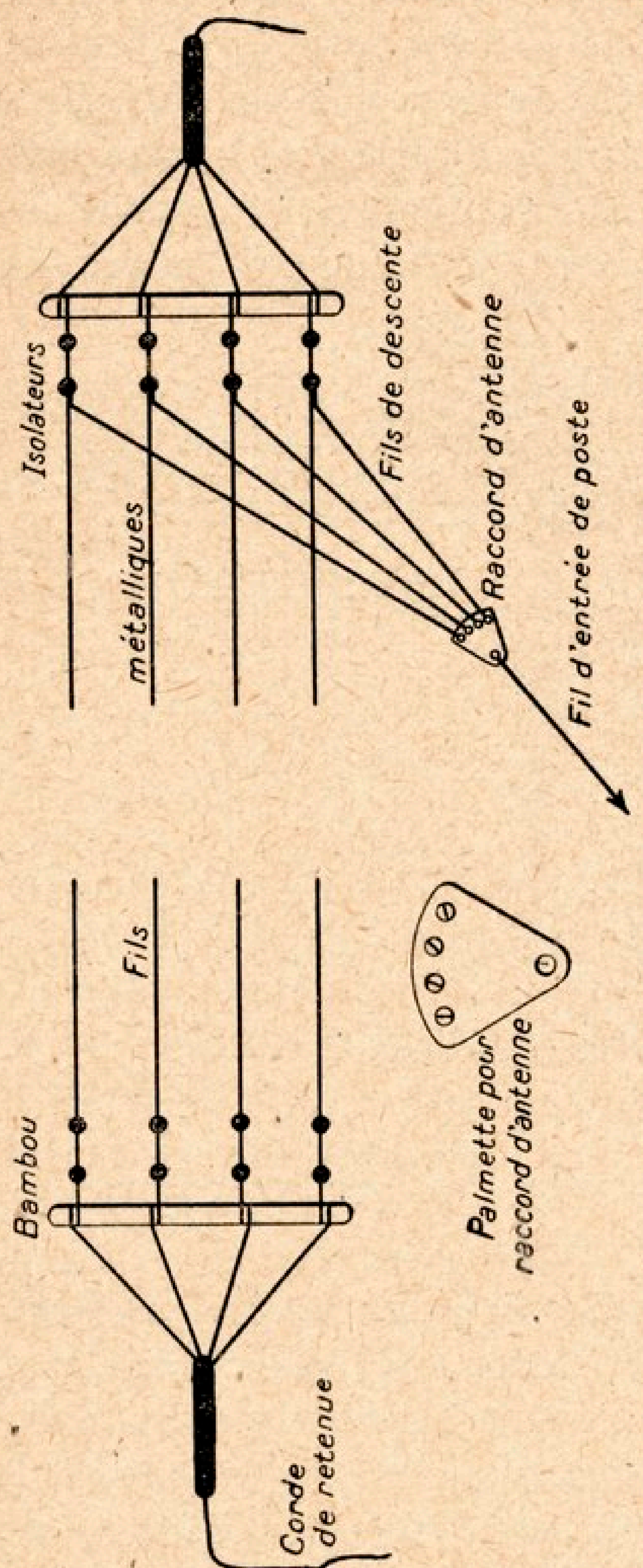


Fig. 52. — Antenne en L à brins multiples.

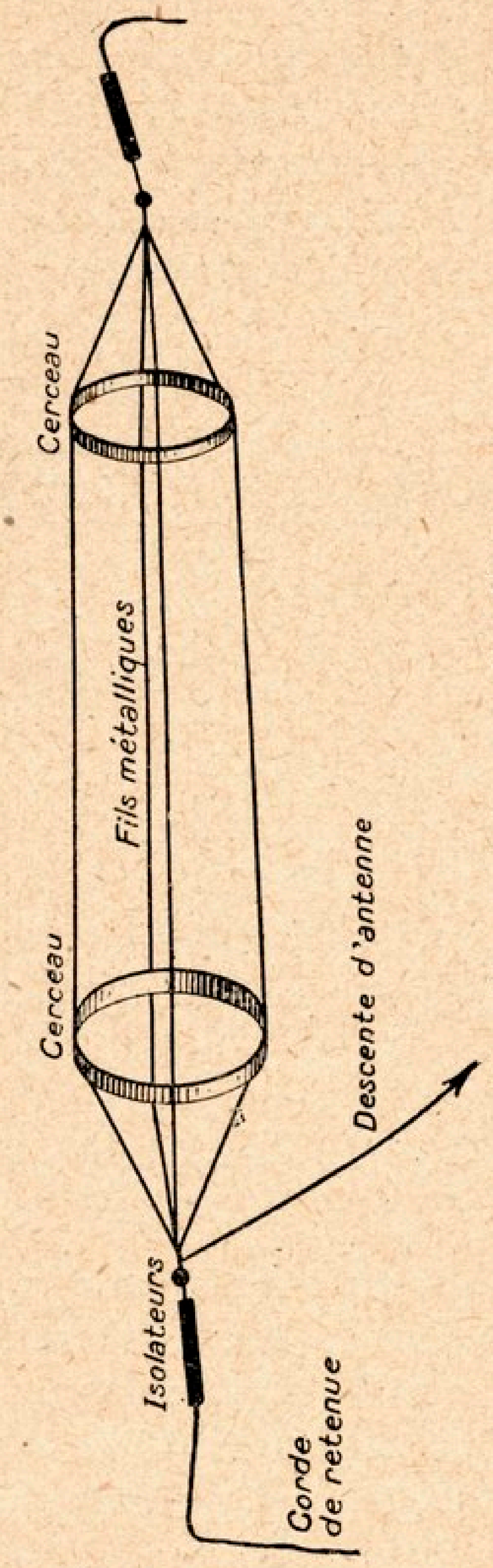


Fig. 53. — Antenne prismatique.

celaine; deux bambous légers et robustes, qu'il est facile de se procurer chez les marchands d'articles de pêche, maintiennent aux deux bouts de la nappe l'écartement des fils. Des tirants de retenue prolongeant les chapelets d'isolateurs et

aboutissant ensemble à un bâtonnet isolant servent à accrocher l'antenne sur la poulie des mâts.

Une petite palmette de métal, pourvue de quelques écrous de serrage, convient mieux qu'une épissure, pour réunir les fils de descente au fil d'entrée de poste et permet, au besoin, d'isoler un ou deux fils de la nappe pour réaliser un collecteur anti-parasite selon le schéma de la figure 113, page 123.

Une antenne excellente et très facilement réalisable est l'antenne prismatique que représente la figure 53. Quatre fils

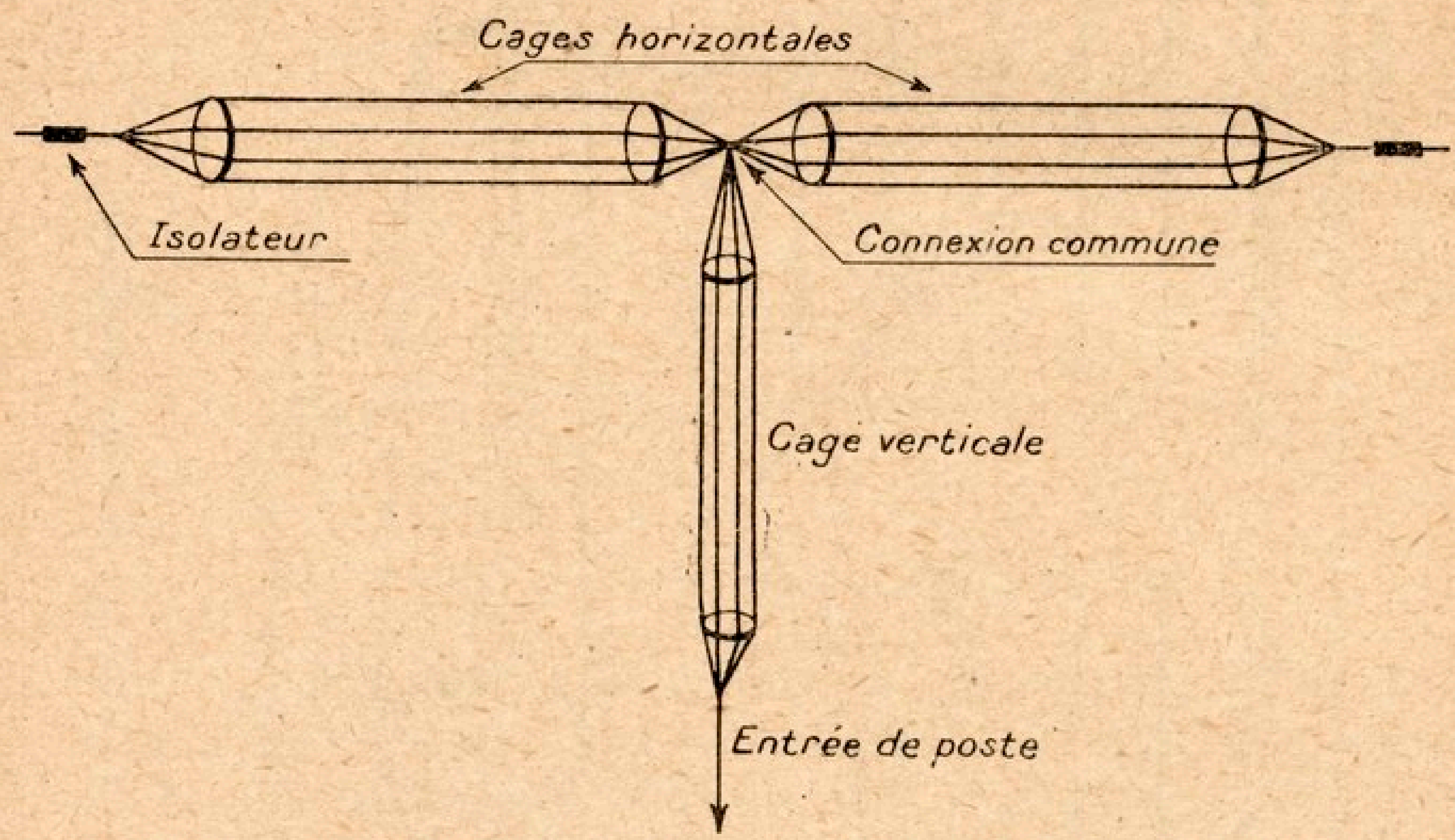


FIG. 54. — Antenne prismatique pour émetteur radiophonique.

égaux sont maintenus également écartés au moyen de deux cerceaux de bois et forment une cage collectrice dont une des extrémités est reliée par un conducteur aux appareils de réception. Le diamètre des cerceaux varie habituellement entre 1 mètre et 2 mètres, la longueur de la cage, entre 10 et 20 mètres.

Pour l'émission radiophonique, il y a avantage à utiliser une antenne radiatrice formée de deux cages horizontales de mêmes dimensions et d'une cage verticale de $0^{m},30$ de diamètre groupées suivant le dessin de la figure 54.

Entrée de poste. — La salle des appareils d'un poste

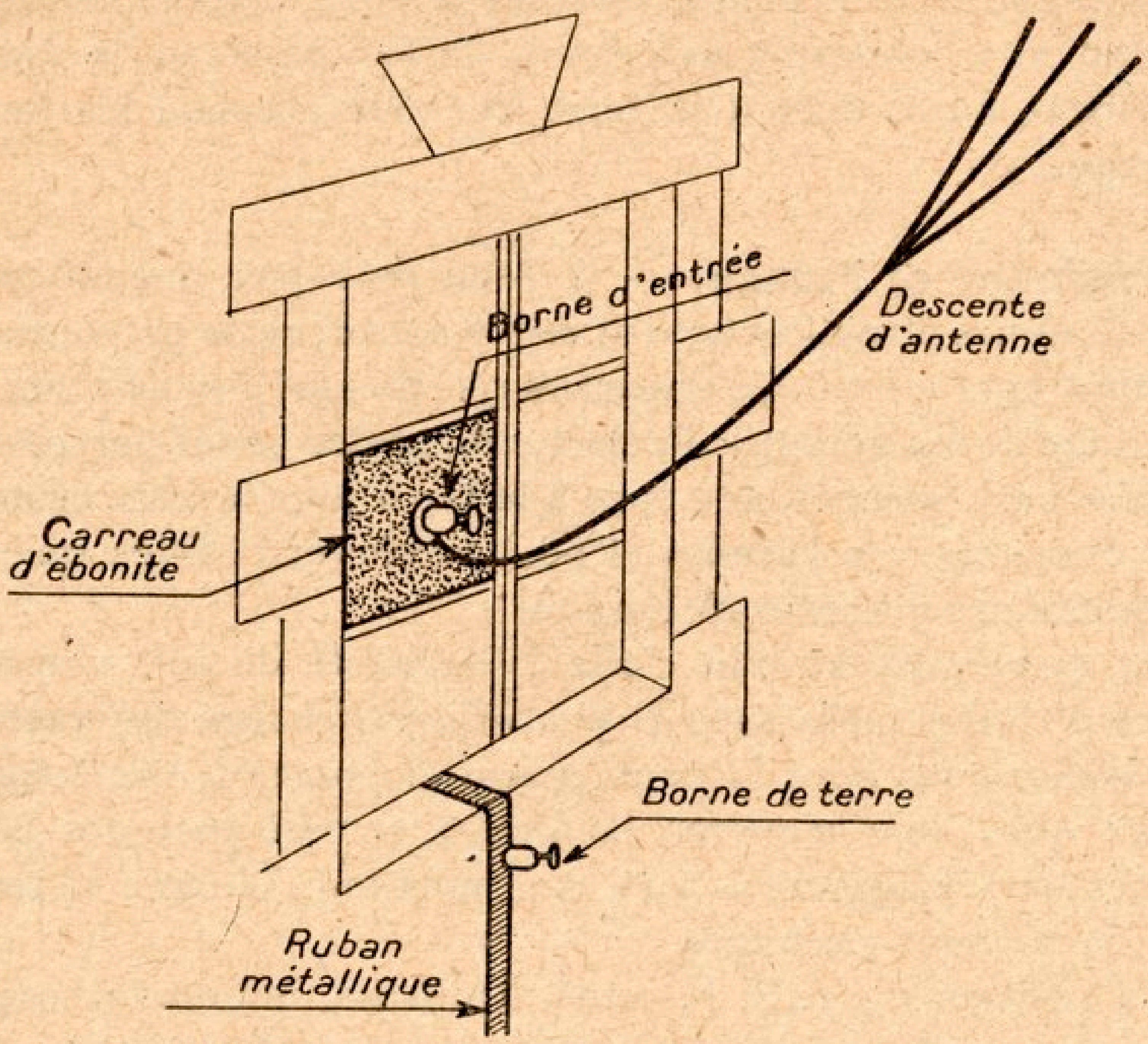


FIG. 55. — Entrée de poste et prise de terre d'une station de T. S. F.

de T. S. F. sera toujours de préférence située au rez-de-chaussée et le plus près possible de la prise de terre.

La liaison de l'antenne aux appareils se fait au moyen d'un fil au moins aussi gros que les brins du collecteur; ce conducteur pénètre dans le poste par le canal d'une pipe en porcelaine traversant la boiserie centrale d'une fenêtre. Il est préférable encore de remplacer par un carreau d'ébonite ou de radiolithe l'une des vitres de cette fenêtre (*fig.* 55) et de réa-

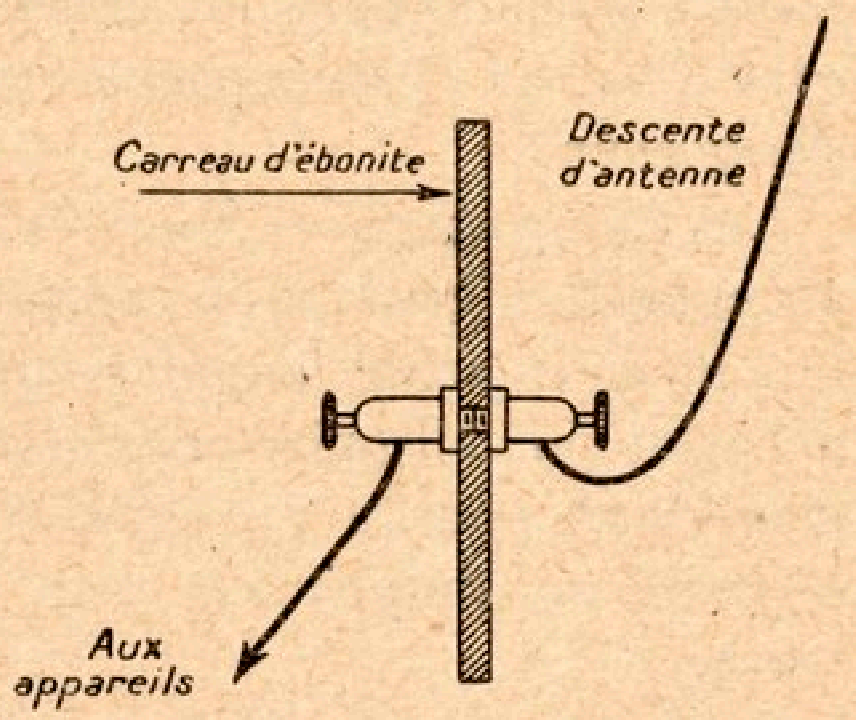


FIG. 56. — Dispositif d'entrée de poste.

liser l'entrée de poste par l'intermédiaire d'une double borne fixée au centre de la plaque isolante (*fig.* 56); cette disposition permet une connexion extérieure de l'antenne, et le facile isolement ou la mise à la terre de cette antenne les jours d'orage.

L'antenne et l'orage. — A l'état de repos, une antenne doit toujours être directement reliée au sol; cette précaution, mettant hors circuit les appareils récepteurs, a pour premier avantage de les garantir du choc violent des ondes parasites; d'autre part, une antenne mise à la terre joue le rôle protecteur d'une cage de Faraday et peut préserver l'édifice qu'elle surmonte des atteintes de l'orage.

En dispersant autour d'elle l'électricité du sol, une antenne de télégraphie sans fil neutralise la charge des vagues atmosphériques dont le haut potentiel pourrait être dangereux; ainsi, loin d'attirer la foudre, comme quelques personnes se l'imaginent à tort, une antenne l'éloigne et tient lieu de *Niagara électrique*.

Un amateur de T. S. F. court, d'ailleurs, infiniment moins de risques par temps d'orage, même avec un collecteur d'ondes développé, qu'un abonné au téléphone ou un usager de l'éclairage électrique dont les fils de lignes courent le long des routes, surplombent les hauts édifices et voisinent parfois avec d'autres circuits parcourus par des courants à voltages dangereux.

Les Compagnies et Sociétés d'assurances contre l'incendie acceptent en général de comprendre dans les risques garantis, et sans prime supplémentaire, les dégâts que pourrait occasionner la foudre en tombant sur une antenne de T. S. F. d'amateur, pourvu que celle-ci soit munie d'un dispositif de sécurité ou simplement d'un commutateur pour mise à la terre.

La figure 57 représente notre dispositif de sécurité, adopté par la plupart de nos lecteurs; cet autoprotecteur a la forme d'un étui mesurant 8 centimètres de hauteur et 2 centimètres et demi de diamètre. La borne supérieure se relie directement

à l'antenne, la borne inférieure directement à la prise de terre; la borne médiane se relie seule aux appareils.

Ce dispositif assure une sécurité parfaite en cas d'orage et protège les appareils récepteurs contre les parasites violents : deux plateaux parafoudre, dont l'un est muni d'une pointe

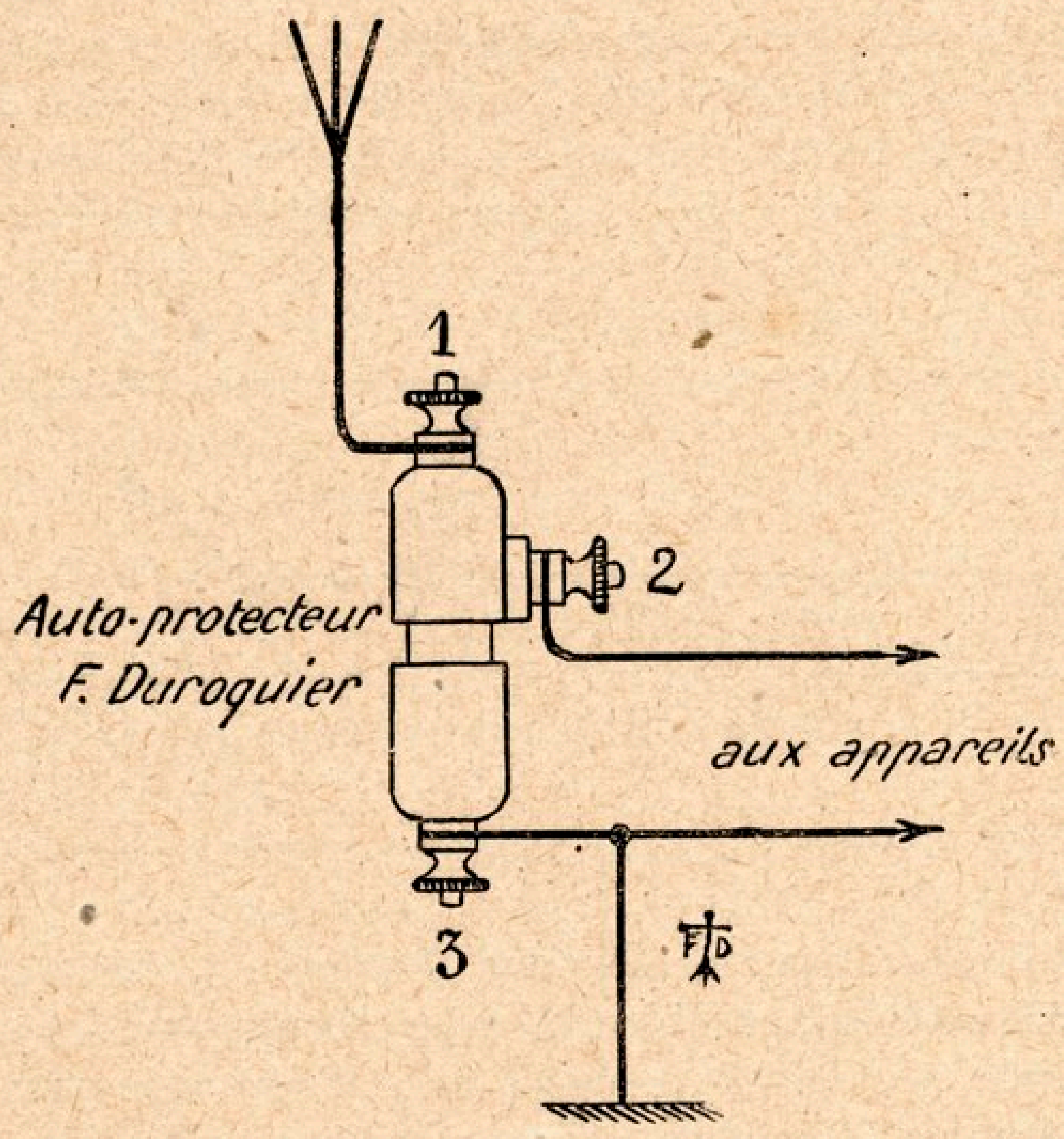


Fig. 57. — Protection d'une installation réceptrice de T. S. F. au moyen d'un auto-protecteur Duroquier.

fine et l'autre d'un minuscule entonnoir emboîtant la pointe, permettent le passage à la terre des décharges statiques importantes ; un fusible capillaire, facile à remplacer, empêche tout courant dangereux de parvenir jusqu'aux appareils. Lorsque les parasites sont nombreux ou violents, l'emploi de l'autoprotecteur Duroquier améliore très sensiblement la réception.

Nous recommandons vivement l'adoption de notre dispositif sur toutes les installations de T. S. F. utilisant un collecteur

d'ondes extérieur : antenne aérienne, canalisation de lumière, fil téléphonique d'abonné, etc.

Antennes intérieures. — Nous n'avons parlé, jusqu'ici, que de collecteurs d'ondes aériens ; ce sont évidemment les meilleurs et ceux qui devront toujours être de préférence employés pour une bonne réception. Il est cependant possible d'installer des collecteurs d'ondes à l'intérieur des appartements et de les utiliser pour la captation d'émissions radiotélégraphiques ou radiophoniques très éloignées.

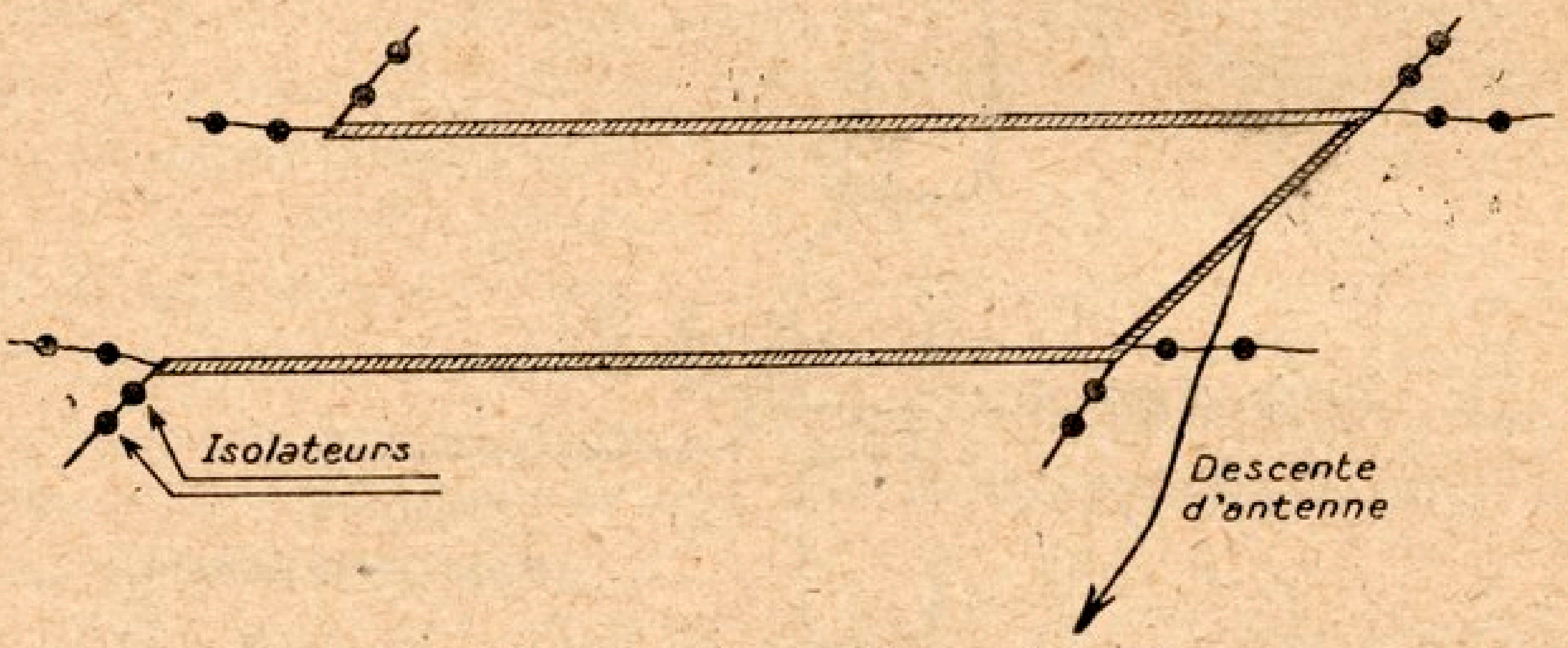


FIG. 58. — Antenne d'appartement.

Lorsqu'on utilise un collecteur d'ondes intérieur, il va sans dire qu'il est indispensable d'adopter des appareils récepteurs de grande sensibilité ; ceux-ci ne sont pas nécessairement des instruments très chers et compliqués ; ainsi le dispositif de la figure 118 permet de recevoir à Casablanca la télégraphie de F. L. *sur collecteur intérieur de 12 mètres ;* la radiophonie de Radiola et les postes anglais en haut parleur sur antenne de trois brins de 35 mètres.

Avec les mêmes appareils, *sur antenne intérieure unifilaire de 14 mètres*, les concerts anglais sont reçus à Turin avec une intensité suffisante pour actionner un haut parleur.

Lorsqu'on ne dispose ni d'un corridor, ni d'un grenier, ni d'une cage d'escalier pour y suspendre un collecteur d'ondes d'une dizaine de mètres, on peut encore réaliser une antenne intérieure efficace en tendant sous le plafond d'une chambre,

à vingt-cinq ou trente centimètres des murs, au moyen de petits isolateurs en porcelaine, un ou deux câbles tressés (Tressé-Hermine) (*fig.* 58). Pour être dissimulé aux yeux, ce collecteur peut sans inconvénient être recouvert d'une peinture harmonisée avec le ton des tapisseries de l'appartement.

Le cadre. — Le cadre est le collecteur d'ondes intérieur par excellence; ses dimensions permettent de l'utiliser commodément dans une petite salle.

Le cadre est habituellement suspendu au plafond du poste de réception au moyen d'un crochet pourvu d'un mousqueton; il est parfois monté sur un axe mobile pivotant sur un pied-support; quelques amateurs ingénieux le fixent simplement à une porte susceptible de balayer un demi-cercle en tournant sur ses gonds.

Un cadre embrassant moins d'espace qu'une antenne recueille de ce fait une moindre quantité d'énergie, aussi ne doit-on guère le recommander comme collecteur d'ondes aux grandes distances.

Dans Paris, la réception au casque téléphonique des radio-concerts de la Tour Eiffel, de Radiola et de la station de l'École supérieure des P. T. T. est possible sur cadre avec un détecteur de grande sensibilité (voir *fig.* 115) et des écouteurs appropriés; mais elle ne l'est guère au delà et l'emploi de dispositifs amplificateurs est presque indispensable pour une écoute normale de ces émissions dans les quartiers de la périphérie.

D'une manière générale, il n'y a ni intérêt ni économie à adopter le cadre; sa construction est souvent plus onéreuse que celle d'un collecteur aérien; sa manœuvre est une complication de réglage que supprime totalement l'emploi d'une antenne; enfin, à distance égale du poste d'émission, il faut au moins deux fois plus d'étages amplificateurs pour obtenir sur cadre l'intensité d'audition fournie par une antenne moyenne; il en résulte des dépenses supplémentaires d'entretien de lampes et de batteries d'alimentation, sans compter

qu'une amplification trop poussée risque de déformer les sons, d'enlever tout charme artistique à une audition musicale et de rendre la parole inintelligible.

Nous ne conseillons donc l'utilisation du cadre que lorsqu'il y a impossibilité absolue d'installer un collecteur aérien ou une antenne intérieure en nappe.

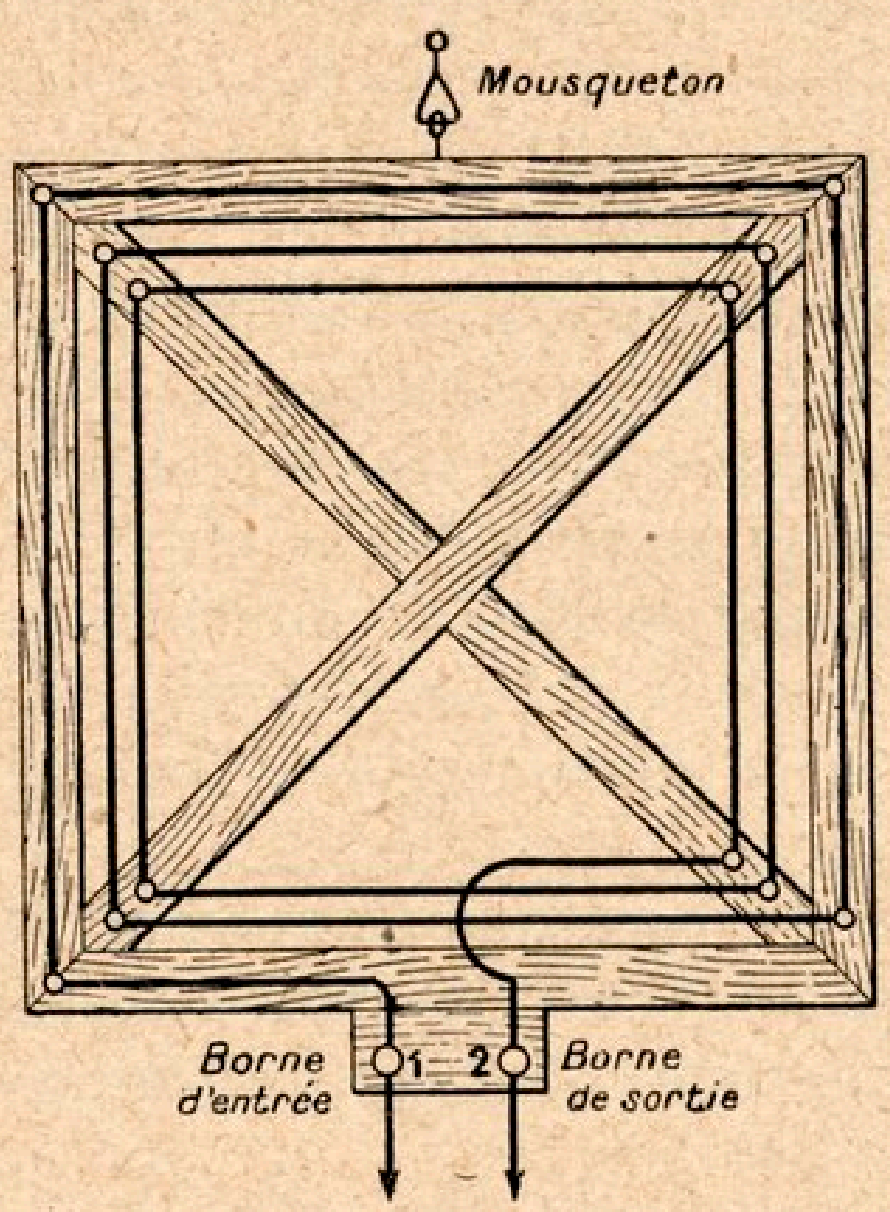


FIG. 59. — Cadre à spirale plate.

La figure 59 représente le cadre classique à spirale plate ; c'est celui qui assure la meilleure réception et qui permet de déterminer le plus exactement la position d'un poste d'émission.

Nous avons consacré au cadre utilisé comme collecteur d'ondes, un important chapitre de *La T. S. F. des Amateurs*, nous y renvoyons le lecteur qu'intéresserait une étude plus complète de ce mode de réception ; nous nous bornerons, à donner les caractéristiques d'un cadre pour réception d'ondes de moyenne longueur (de 800 à 4.000 mètres) et d'un cadre pour réception d'ondes courtes (de 100 à 800 mètres).

Un cadre destiné à la réception des radio-concerts émis par la Tour Eiffel, Kœnigswurterhausen, Radiola, etc., mesurera $1^{m},10$ de côté et portera environ 400 mètres de fil de 1 millimètre de diamètre isolé au coton, disposés en spires au pas de 3 millimètres; cet enroulement sera fractionné en trois tronçons : les deux premiers tronçons comprendront chacun 30 spires ; le troisième le reste du fil.

Une manette et un jeu de plots permettront de n'utiliser que la portion d'enroulement nécessaire pour l'accord du circuit oscillant sur la longueur d'onde à recevoir. On confectionnera, à cette fin, le petit dispositif que représente la

figure 60, et qu'on fixera au milieu de la latte inférieure du cadre en dehors de l'enroulement. La connexion reliant l'extrémité de chaque fractionnement au plot correspondant du dispositif de coupure de la figure 60 devra chevaucher à distance l'enroulement pour que le circuit utilisé ne se ferme pas sur lui-même, par capacité, à travers l'isolant de la connexion et une spire avec laquelle cette connexion se trouverait en contact.

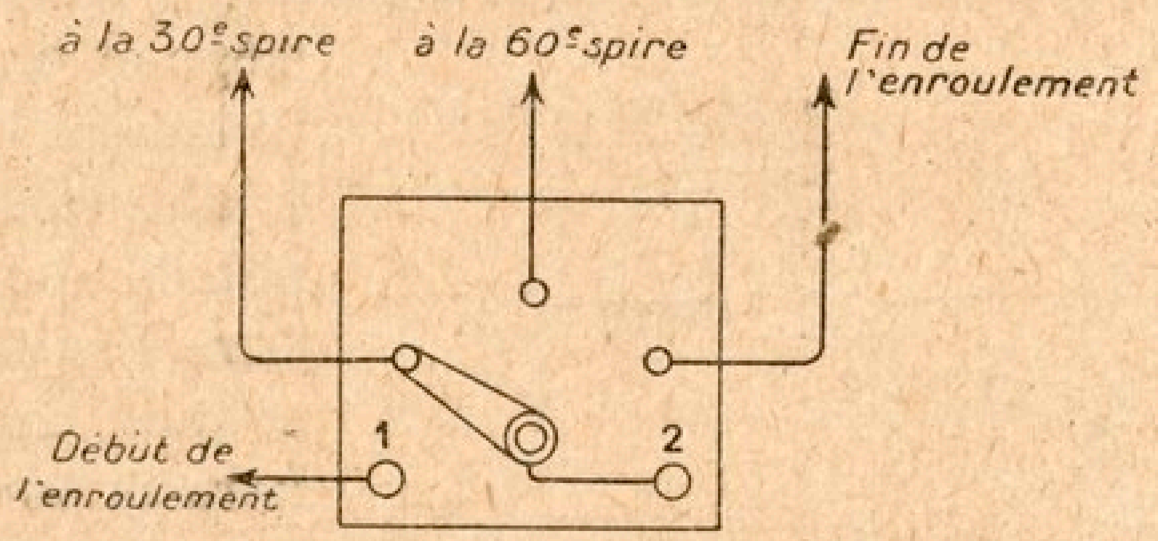


Fig. 60. — Manette et jeu de plots pour l'utilisation des fractionnements du cadre.

Pour la réception des ondes courtes, de 100 à 800 mètres, on utilisera un cadre de 2 mètres de côté portant quatre ou cinq spires espacées de 4 à 5 centimètres.

Le cadre peut être placé n'importe où, cependant il est préférable de l'éloigner des murs ; il fonctionnera beaucoup mieux dans une baraque en planches, dans un grenier ou en plein air qu'au centre d'un édifice aux murailles épaisses ; il ne recueillerait aucune énergie s'il était placé sous un toit en zinc, derrière un rideau métallique, dans un local construit en ciment armé.

L'orientation du cadre est d'une extrême importance, le maximum de rendement n'étant obtenu pour la réception d'une émission qu'autant que le plan des spires collectrices du cadre est orienté vers la station écoutée. Un cadre utilisé à Tours et orienté vers Paris, c'est-à-dire vers le nord-est, recevra parfaitement les émissions provenant de cette direction ; il captera également bien les émissions provenant du sud-ouest pour lesquelles il se trouve aussi favorablement

orienté ; par contre, les émissions provenant du sud-est ou du nord-ouest ne l'influenceront pas.

Antennes de fortune. — Les personnes qui ont chez elles un poste téléphonique ont à leur disposition, dans le fil de ligne qui les relie au bureau central, une antenne quelquefois utilisable pour la réception des radiotélégrammes, moins souvent pour celle de la radiophonie en raison des perturbations parasites dont les circuits téléphoniques sont très souvent le siège et du médiocre isolement des lignes. L'abonné au téléphone qui désirera faire l'essai de son fil comme antenne reliera la borne de son appareil de réseau portant la lettre L à un récepteur de T. S. F. en s'inspirant du montage représenté sur la figure 61.

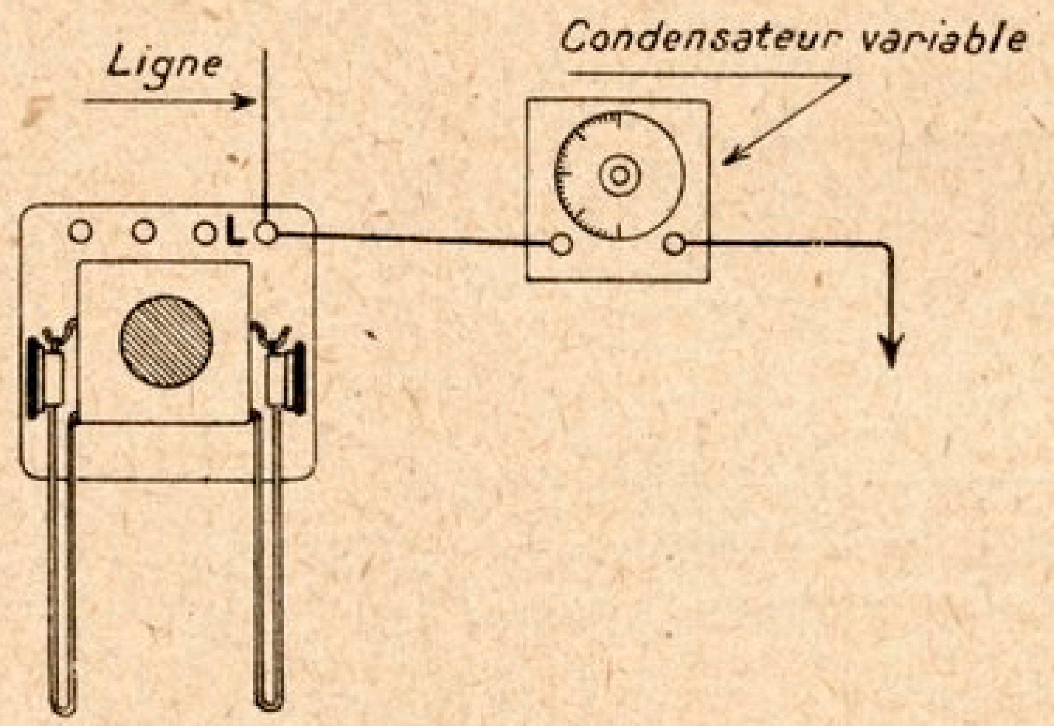


Fig. 61. — Ligne téléphonique d'abonné utilisée comme antenne.

L'installation de ce dispositif ne trouble en rien le fonctionnement du téléphone et des appels par sonnerie peuvent être reçus même au cours d'une réception radiotélégraphique.

Si le fil de ligne avait une longueur importante, l'emploi d'un petit condensateur variable intercalé entre la borne L et le récepteur de T. S. F. améliorerait sensiblement la réception en diminuant un peu la longueur d'onde du collecteur. (La longueur d'onde propre d'une antenne unifilaire reliée à la terre est d'environ quatre fois la longueur de cette antenne ; elle n'en est plus que le double lorsque l'aérien est isolé dans l'espace. En établissant, suivant sa capacité, une liaison nulle ou parfaite entre le collecteur et la terre, le condensateur peut donc faire varier entre les limites indiquées ci-dessus la longueur d'onde du collecteur sur lequel il est embroché).

On peut également se servir comme antenne de la ligne

aérienne d'un circuit d'éclairage électrique même lorsque cette ligne est parcourue par un courant continu ou un courant alternatif. Le montage des appareils se fait selon le schéma de la figure 62; une prise de courant à un seul fil qu'il est facile de placer dans une douille démunie de sa lampe assurera la connexion du dispositif récepteur et de la canalisation d'éclairage. Le condensateur fixe embroché dans le conducteur relié à la prise de courant est absolument indispensable pour éviter la mise à la terre de la canalisation

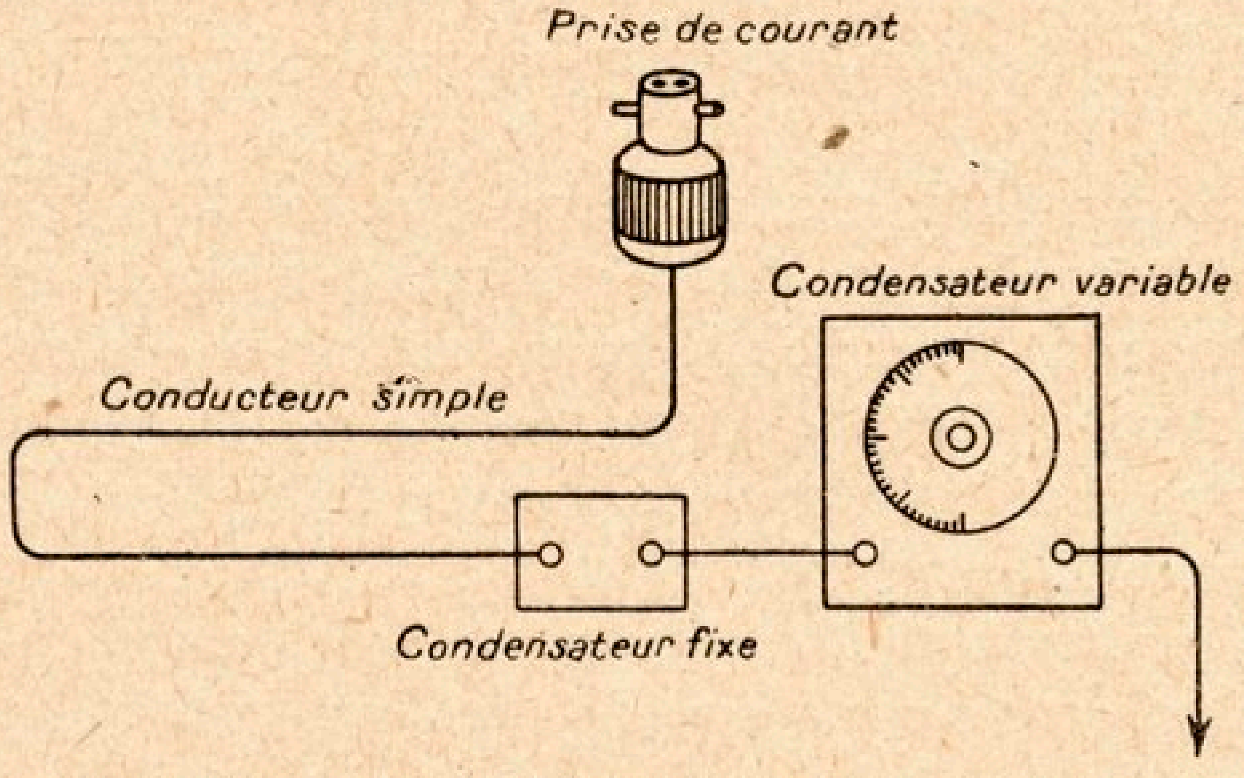


FIG. 62. — Canalisation d'éclairage électrique utilisé comme collecteur d'ondes.

électrique. Les armatures du condensateur doivent être soigneusement isolées entre elles; on emploiera, par exemple, sept ou huit feuilles d'étain de la grandeur d'une carte de visite par armature et on les séparera entre elles par des feuilles de mica. Les « bouchons intercepts » vendus dans le commerce ne sont autre chose qu'une prise de courant pourvue d'un condensateur d'arrêt.

Prise de terre ou contrepoids. — C'est à tort que l'amateur néglige parfois l'installation de sa prise de terre, attachant à cet organe une importance moindre qu'à l'antenne.

Plus encore que le collecteur aérien, la prise de terre joue un rôle prépondérant dans le fonctionnement d'un poste de T. S. F. ; aussi appelons-nous toute l'attention du lecteur sur

la nécessité de réaliser avant tout un contrepoids d'antenne irréprochable.

La prise de terre, placée le plus près possible des appareils d'émission ou de réception et de préférence sous le collecteur d'ondes dont elle doit être l'image électrique, pourra être constituée par une plaque de tôle galvanisée de 1 mètre carré de surface enfouie à $0^{m},30$ environ dans un sol humide ou dans un lit de coke et de mâchefer pulvérisés et tassés, fréquemment arrosé en temps sec; par un grillage de 5 à 6 mètres de longueur simplement posé sur le sol, ou par un éventail de trois ou quatre fils maintenu isolé à 1 mètre du sol.

Un ruban métallique aussi court que possible, large de 2 à 3 centimètres et soigneusement soudé à la plaque de terre ou au contrepoids reliera ces derniers aux appareils, ce conducteur ne sera isolé du sol que lorsque le contrepoids le sera lui-même; dans les autres cas, aucune précaution d'isolement n'aura besoin d'être prise.

Une canalisation d'eau sous conduites de plomb ou de fonte, peut constituer aussi une excellente prise de terre.

II. — POSTES D'ÉMISSION RADIOTÉLÉGRAPHIQUES ET RADIOPHONIQUES D'AMATEURS

Postes radiotélégraphiques. — Un petit nombre d'amateurs seulement s'intéressent aux expériences de transmission de signaux radiotélégraphiques ; l'agencement d'une petite station d'essais n'est cependant ni très coûteux ni très compliqué. Nous donnerons ici la description sommaire des dispositifs d'émission sur ondes amorties (étincelles rares et étincelles musicales) et sur ondes entretenues ainsi que du radiophone d'émission installés à notre laboratoire de la Villa Thérèse à Portillon près de Tours et avec lesquels nous avons atteint des portées de 150 kilomètres en télégraphie reçue sur détecteur à cristaux, 400 kilomètres en télégraphie en utilisant un récepteur amplificateur à quatre lampes et des portées variant entre 80 et 150 kilomètres en téléphonie.

Notre antenne est constituée par une grille à quatre brins de 30 mètres en fil de cuivre de 2 millimètres de diamètre ; ces brins sont écartés les uns des autres de $1^m,50$; ils sont supportés par deux sapins de 14 mètres de hauteur sur des vergues de bambou parfaitement horizontales. L'isolement de l'antenne est particulièrement soigné.

L'entrée au poste se fait par un seul conducteur passant au centre d'un carreau d'ébonite pour éviter le voisinage de corps bons conducteurs.

La prise de terre est établie sur la canalisation d'eau de la propriété ; elle est parfois remplacée par un contrepoids consistant en une seconde antenne maintenue à $0^m,50$ du sol sous l'aérien.

La figure 63 représente l'équipement du poste émettant sur étincelles rares avec alimentation par accumulateurs.

Le transformateur est une bobine de Ruhmkorff de 4 à 5 centimètres de longueur d'étincelle à vide, pour les petites portées et une bobine de 30 centimètres de longueur d'étincelle à vide pour les émissions plus puissantes.

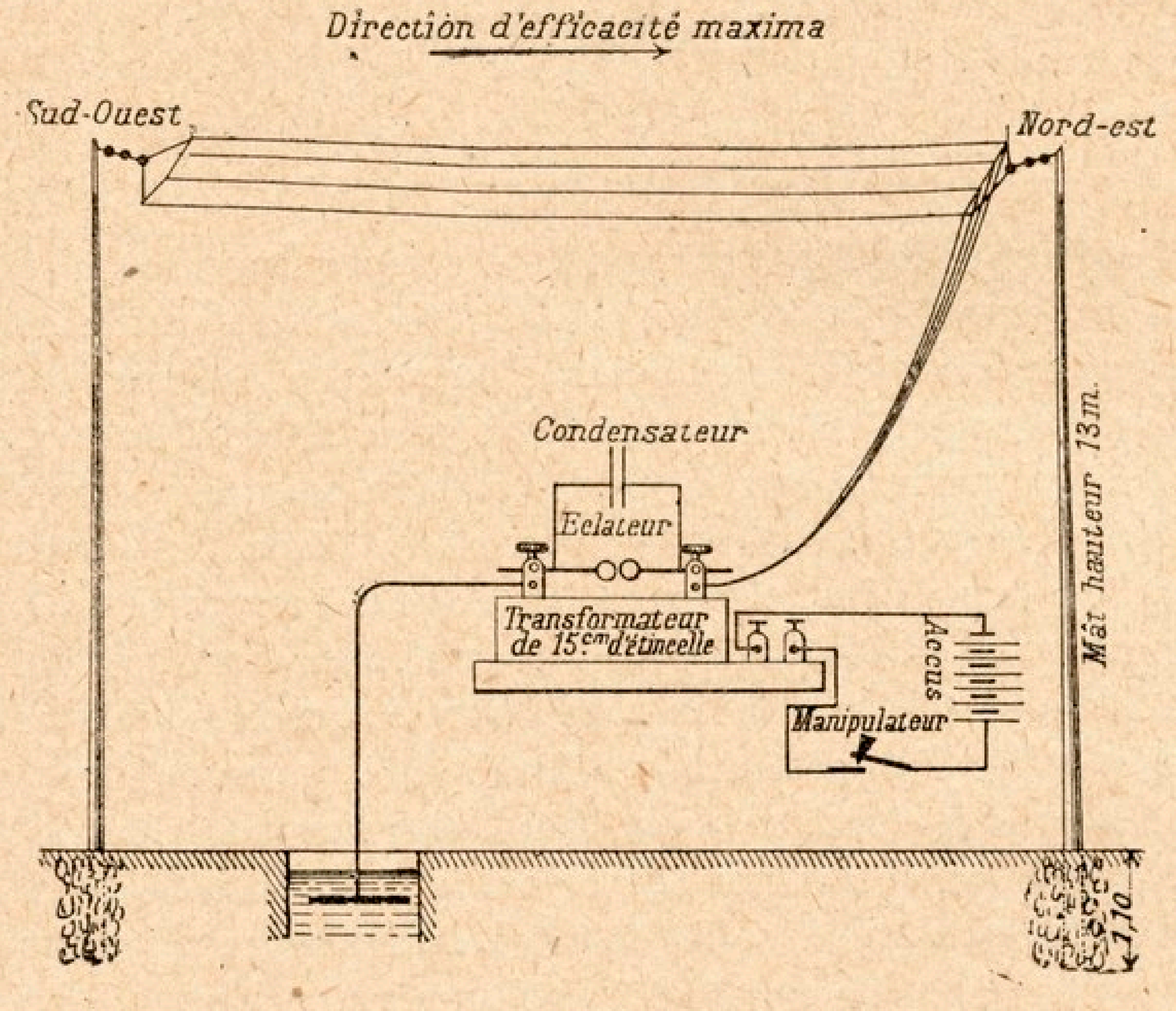


Fig. 63. — Poste transmetteur complet.

L'alimentation par accumulateurs est assurée par des batteries de 100 ampères-heures permettant plusieurs heures de manipulation ; le voltage est de 12 volts dans le premier cas, de 34 dans le second.

L'éclateur est formé de deux cylindres de zinc (bâtons pour grosses piles Leclanché) à écartement réglable (*fig.* 64). Le zinc est préférable à tous les autres métaux pour la confection des masses de l'éclateur parce que les vapeurs qu'il dégage sous l'influence de l'échauffement produit par les étincelles de décharge ont la propriété de s'opposer à la pro-

duction de l'arc électrique dont l'amorçage entre les boules de l'éclateur réduirait considérablement la portée de l'émission.

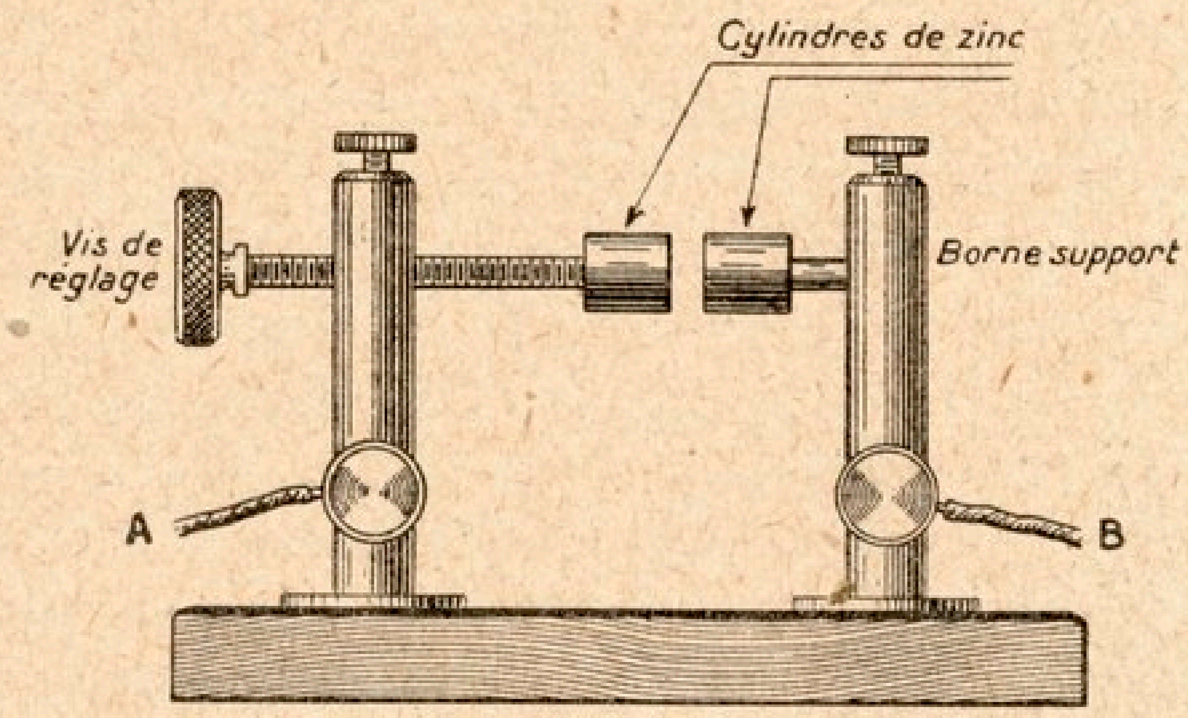


Fig. 64. — Éclateur de transmission.

L'antenne est directement reliée à l'une des bornes de l'éclateur (borne B sur la *fig.* 64), l'autre borne étant reliée à la prise de terre.

Un condensateur fixe est monté aux bornes de l'éclateur, mais il peut sans grand désavantage être supprimé. Ce condensateur est constitué par des feuilles minces de clinquant séparées par des carreaux de mica (*fig.* 65), maintenues en un bloc rigide; les armatures paires sont toutes reliées entre elles sur une borne et les armatures impaires sur une autre borne semblable. Pour éviter les pertes d'énergie par effluves dans le condensateur d'émission, il est bon d'utiliser des carreaux de mica C débordant de 3 ou 4 centimètres chaque armature de clinquant A.

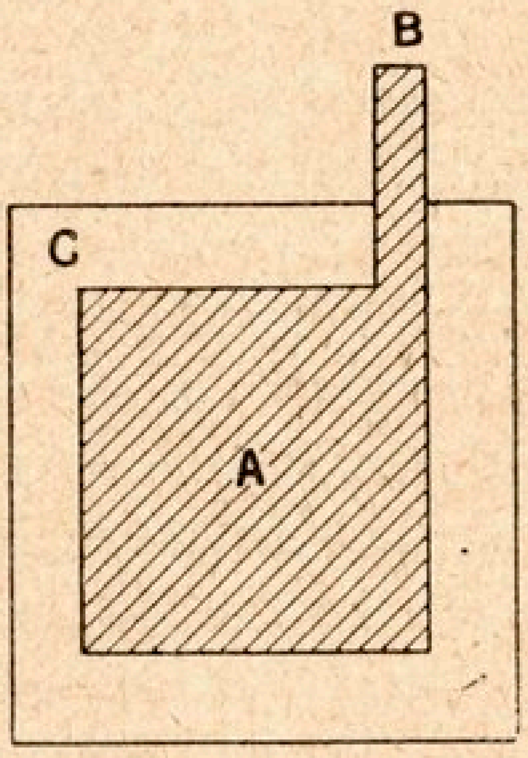


Fig. 65. — Élément constitutif d'un condensateur d'émission.

Ce dispositif d'émission est très simple, son rendement est relativement important.

Lorqsu'on ne vise à atteindre que des portées de 4 à 5 kilo-

mètres, l'emploi d'une bobine de 2 ou 3 centimètres d'étincelle (étincelle mesurée à vide) alimentée par une source électromotrice de 4 à 6 volts suffit grandement.

La réception des émissions obtenues avec les dispositifs précédents donne une note ronflée correspondant à la fréquence des étincelles entre les masses de l'éclateur, c'est-à-dire de 50 à 60 vibrations par seconde ; il est facile d'augmenter cette fréquence pour atteindre un nombre de vibrations correspondant à une note musicale en utilisant un disque isolant portant sur son pourtour une rangée de plots à double face et en faisant tourner ce disque engagé par son bord entre les électrodes convenablement réglées de l'éclateur (*fig.* 66). Le passage d'un plot entre les électrodes réduit la distance explosible et provoque une étincelle, la répétition de ce phénomène ne dépend que de la vitesse de rotation du disque et du nombre des plots insérés sur sa circonférence.

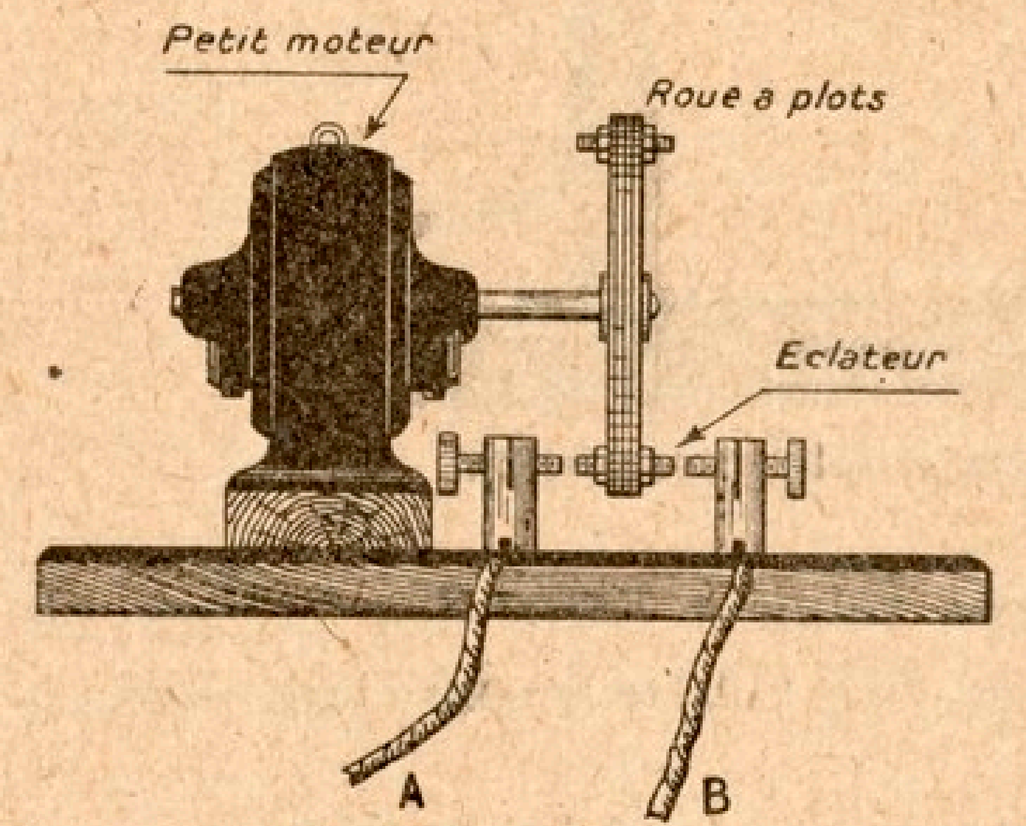


FIG. 66. — Éclateur tournant pour émission musicale.

Un petit moteur semblable à ceux utilisés pour actionner les ventilateurs d'appartement convient tout à fait pour mouvoir un éclateur tournant; on substitue simplement aux ailettes du moulinet le disque d'éclatement.

A la place d'accumulateurs, on peut utiliser le courant continu d'un secteur d'éclairage pour alimenter les bobines de Ruhmkorff. Dans ce cas, une résistance doit être prévue pour abaisser la tension du courant suivant la puissance de la bobine; 30 à 40 mètres de fil de ferro-nickel de 10/10 enroulés sur quatre ou cinq bâtonnets isolants utilisables progressivement dans le circuit d'alimentation au moyen d'un jeu de plots (*fig.* 67) constituent une résistance convenable pour la

bobine de 30 centimètres d'étincelle à vide dont il a été parlé ci-dessus.

Avec cette même bobine, nous employons très avantageusement le courant alternatif à 125 volts, 50 périodes qui alimente notre laboratoire; dans ce cas, bien entendu, le trembleur de la bobine de Ruhmkorff doit demeurer bloqué sur ses contacts.

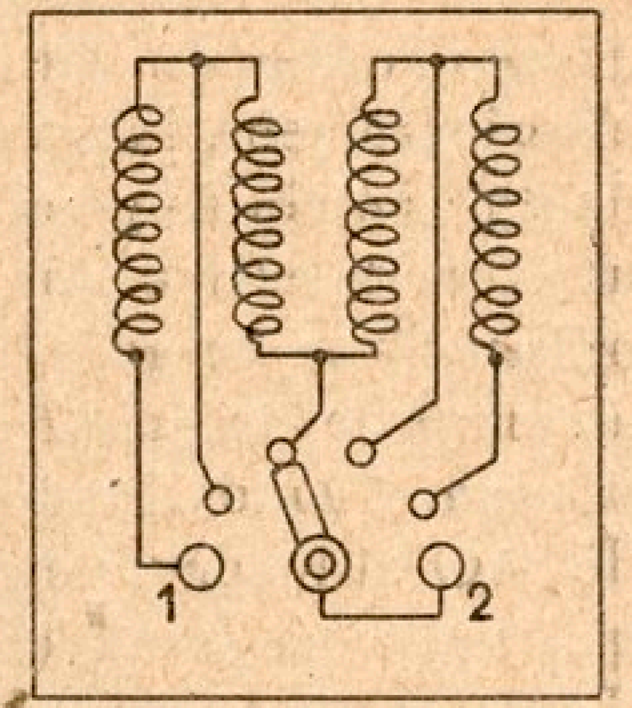


FIG. 67. — Résistance réglable en maillechort.

Le schéma de montage est celui de la figure 68. La résistance R est celle précédemment décrite; le condensateur M shuntant le manipulateur a une capacité de 2 microforads, il empêche la production d'étincelles de rupture entre les plots de contact du manipulateur et préserve ceux-ci d'une usure prématurée.

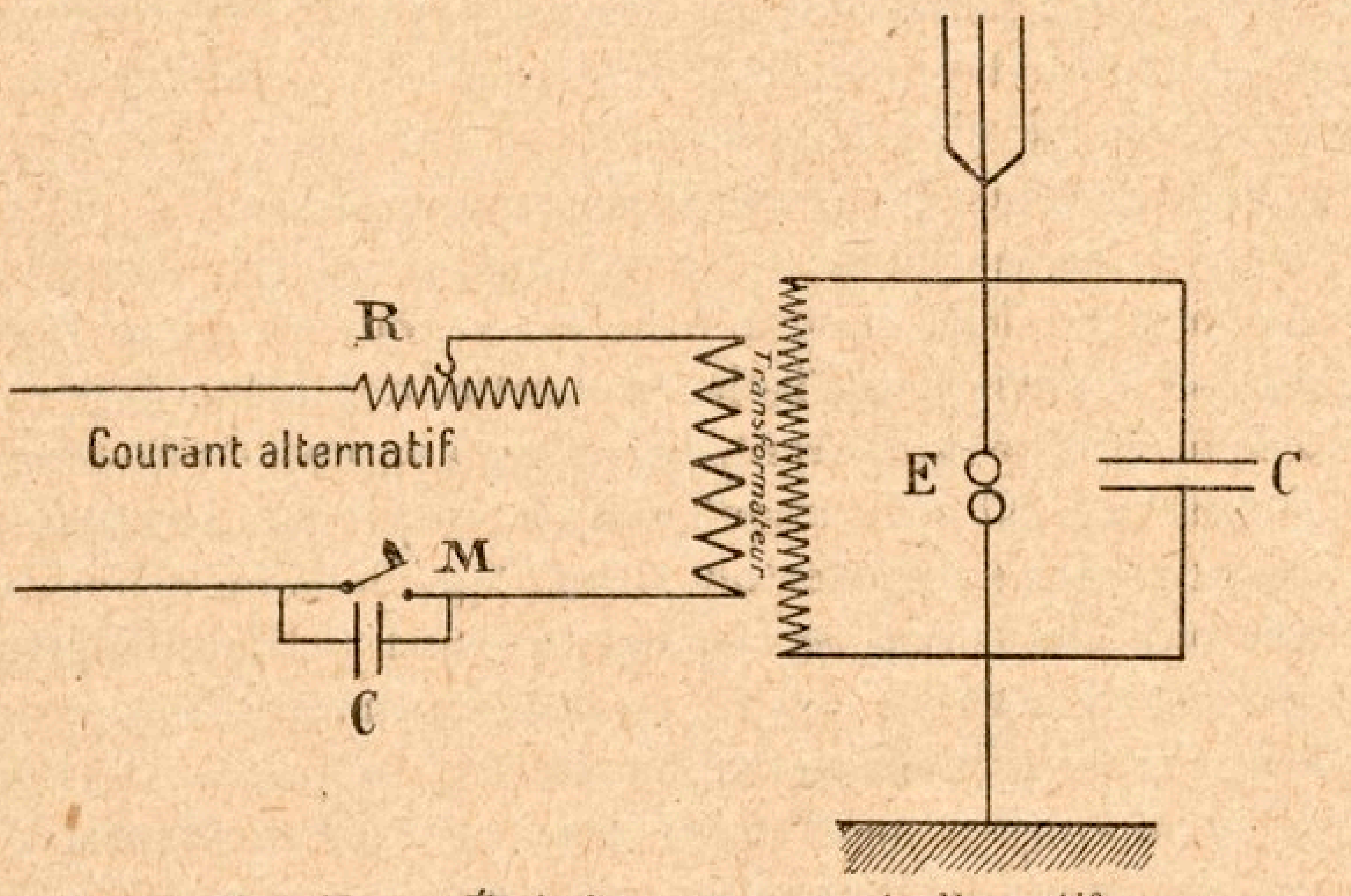


FIG. 68. — Émission sur courant alternatif.

Le réglage favorable de l'éclateur limite la distance explosible entre les boules de l'éclateur à 6 millimètres; mais, pour obtenir une étincelle légèrement chantante, nous réduisons celle-ci à 3 millimètres.

Le condensateur utilisé dans le circuit oscillant est constitué par quatre longues bouteilles de Leyde, faites avec de grands bocaux en verre mince, tapissés, intérieurement et extérieurement, jusqu'aux deux tiers de leur hauteur par une feuille d'étain soigneusement appliquée sans boursouflure ; une tige de cuivre plonge dans l'intérieur de chaque flacon au milieu d'une poignée de feuilles métalliques froissées qui assurent la liaison électrique de la tige avec l'armature interne. Chaque bouteille est fermée par un large bouchon de liège et recouverte d'un vernis isolant sauf sur le fond ; les quatre flacons sont placés dans une caisse tapissée de papier d'étain pour assurer la liaison électrique des armatures externes.

Construction d'une bobine d'induction pour émission de télégraphie sans fil. — La construction d'un transformateur de Ruhmkorff utilisable pour l'émission de signaux hertziens n'est nullement au-dessus des moyens dont peut disposer un amateur de T. S. F. habile et patient. Voici les caractéristiques d'un transformateur qui nous a servi pour des expériences de transmission à grande portée.

Le noyau de la bobine est constitué par un faisceau de fils de fer recuits dont chaque brin est recouvert d'une légère couche de vernis qui l'isole, en partie, des brins voisins et évite la formation de courants parasites (courants de Foucault).

Le faisceau est solidement maintenu par un bandage de ruban goudronné (chatterton) ; il est logé dans un cylindre de carton préalablement verni à la cellosine (celluloïd dissous dans l'acétate d'amyle), cylindre de 5 centimètres de longueur et 3 centimètres de diamètre.

Autour du noyau magnétique ainsi protégé sont enroulés à tours jointifs, en trois couches superposées, environ 35 mètres de fil de cuivre 25/10 (2 millimètres et demi de diamètre) isolé au coton et copieusement badigeonné de paraffine fondue. Cet enroulement constitue le *primaire ou inducteur* du transformateur ; il est protégé et maintenu par un tube de carton recouvert de vernis.

Cette dernière carcasse mesure 6 centimètres de diamètre et 45 centimètres de longueur ; elle embroche six bobines plates ayant de 18 à 20 centimètres de diamètre et 7 centimètres entre joues sur lesquelles est bobiné, dans le même sens que l'enroulement primaire, l'enroulement *secondaire ou induit.*

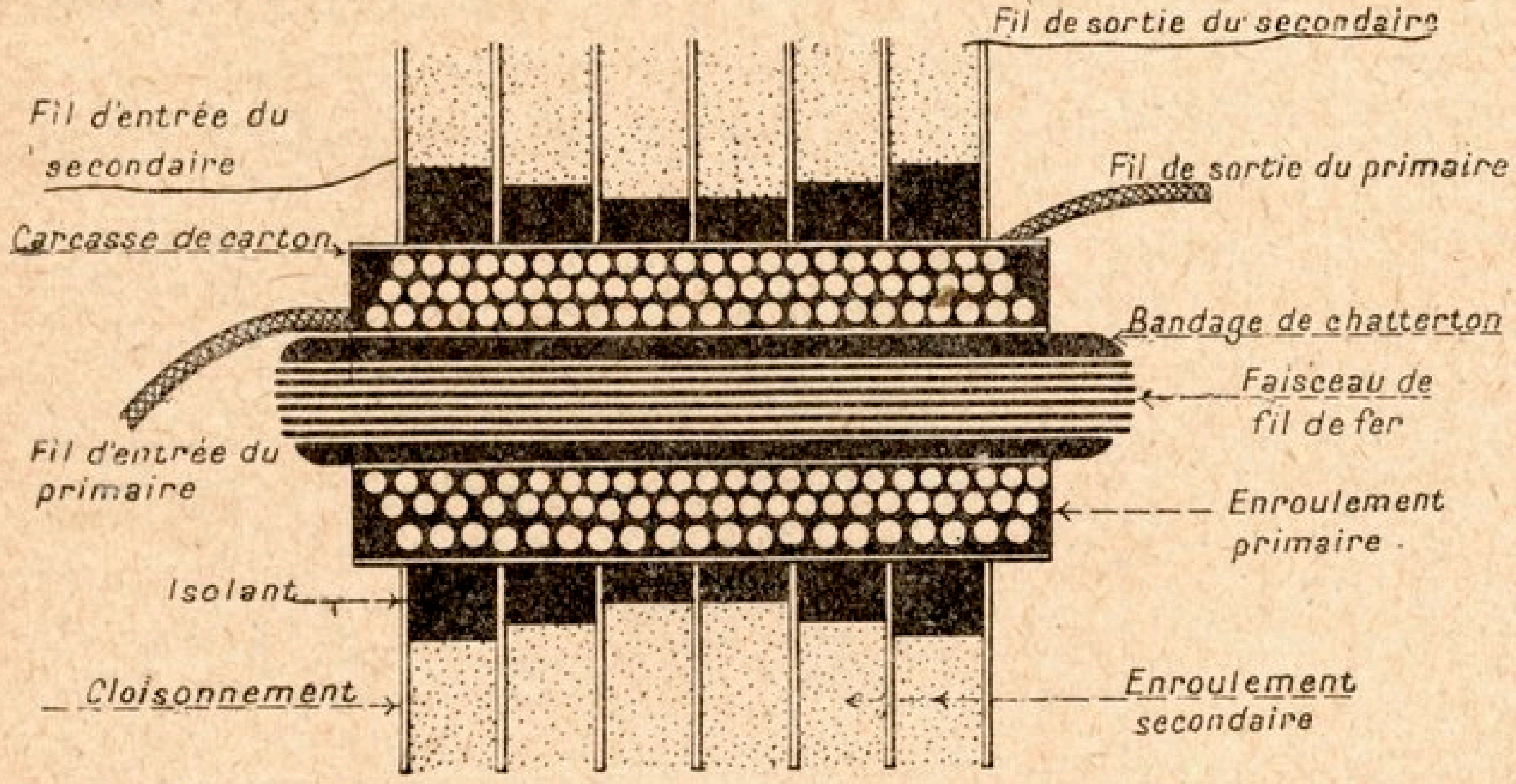


FIG. 69. — Coupe montrant la disposition et la protection des enroulements autour du noyau magnétique dans un transformateur pour T. S. F.

La coupe du transformateur que représente la figure 69 indique la position occupée par les six galettes autour de l'inducteur.

Le dessin montre également que sur l'axe des bobines a été enroulé, avant le bobinage du fil secondaire, une épaisseur plus ou moins importante de chatterton selon que les galettes se trouvent placées au milieu de l'appareil ou à ses extrémités.

L'isolement de l'induit au voisinage de l'inducteur a, en effet, une importance particulière dans les régions de haute tension localisées aux extrémités du transformateur ; une épaisseur de 4 à 5 centimètres d'isolant est ici indispensable pour protéger les spires de l'induit, alors qu'une épaisseur de 5 à 6 millimètres suffit pour l'isolement des galettes centrales.

Les différentes phases de fabrication d'une galette sont représentées sur la figure 70.

L'enroulement est, évidemment, de même sens sur toutes les galettes; le bobinage se fait assez rapidement au tour; il n'y a pas à se préoccuper outre mesure du chevauchement accidentel d'une ou de plusieurs spires, mais il est indispensable toute les trois ou quatre couches d'imprégner soigneusement l'enroulement d'un vernis à la gomme laque, ou à la cellosine, assez fluide pour pénétrer dans les intervalles des spires et les remplir.

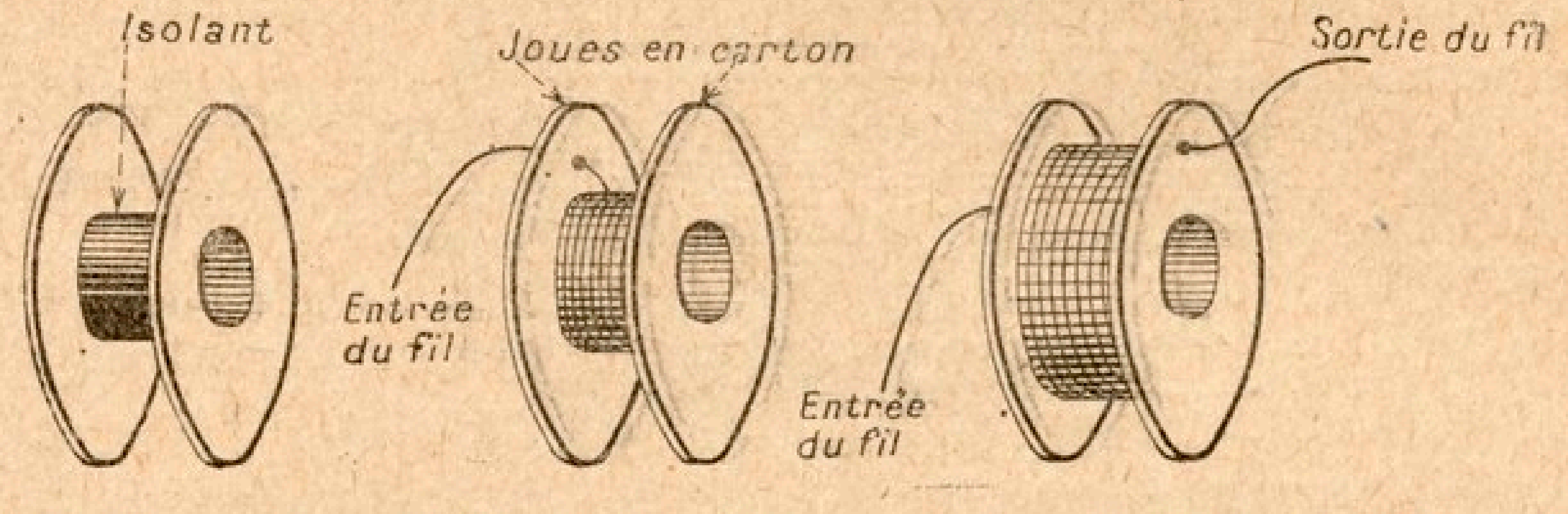


Fig. 70. — Fabrication d'une galette pour transformateur de T. S. F.

Le fil utilisé pour les galettes est un fil de cuivre de 12/100e isolé à l'émail ; cette variété se bobine très aisément et son prix de revient n'est pas très élevé ; 5 kilogrammes de fil, soit environ 20.000 mètres, sont nécessaires pour le transformateur.

Les enroulements des bobines sont reliés en série; c'est-à-dire que le fil de sortie de la première est relié au fil d'entrée de la seconde, le fil de sortie de la seconde au fil d'entrée de la troisième et ainsi de suite; de sorte que les rhéophores ou bornes du secondaire se trouvent reliées l'une au début de l'enrouvement de la première galette, l'autre à la fin de l'enroulement de la dernière.

Le transformateur achevé est logé dans une petite caisse étanche qu'on remplit de paraffine fondue ; on ménage à l'avant du coffret une fenêtre ronde ayant le même diamètre que le noyau magnétique, l'extrémité de celui-ci y est engagée et dépasse légèrement la paroi. Cette disposition permet

d'utiliser l'aimantation intermittente du noyau pour actionner un vibreur interrupteur lorsqu'on alimente le transformateur avec du courant continu.

La figure 71 représente le modèle le plus simple d'interrupteur automatique ; deux équerres métalliques supportent l'une une vis réglable dont l'extrémité est pourvue d'une pointe en platine ou en argent, l'autre une lame vibrante portant également un contact en argent et une masselotte de fer doux placée en face du noyau magnétique du transformateur d'induction. L'interrupteur est intercalé dans le circuit

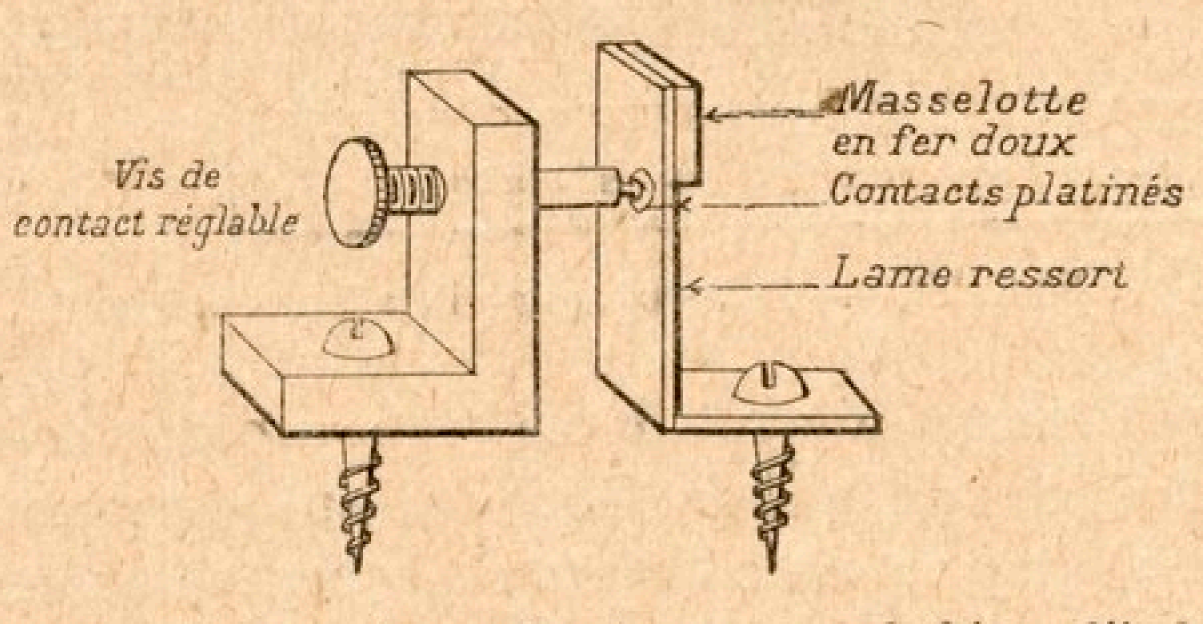


FIG. 71. — Interrupteur-vibrateur pour bobine d'induction.

primaire de la bobine ; lorsque le courant d'alimentation traverse ce dernier, il aimante fortement le noyau, celui-ci attire la masselotte du vibrateur séparant de ce fait les contacts et interrompant le passage du courant ; le noyau, perdant alors son aimantation, cesse d'attirer la lame vibrante qui reprend sa position de départ, ramenant l'un sur l'autre les deux contacts et le courant se rétablit.

Interruptions et rétablissements de courant se succèdent très rapidement lorsque le vibrateur est bien réglé (lame suffisamment rigide, contacts larges et propres, faible éloignement de la masselotte et du faisceau de fils de fer), sans toutefois pouvoir dépasser 50 à 60 interruptions par seconde.

L'interrupteur représenté sur la figure 72 permet des coupures du courant beaucoup plus fréquentes ; plus la lame vibrante de cet appareil est épaisse, dans une mesure raisonnable, et plus ses mouvements sont rapides ; il est facile

d'obtenir toute une gamme de tonalités en disposant d'un jeu de lames d'épaisseurs différentes.

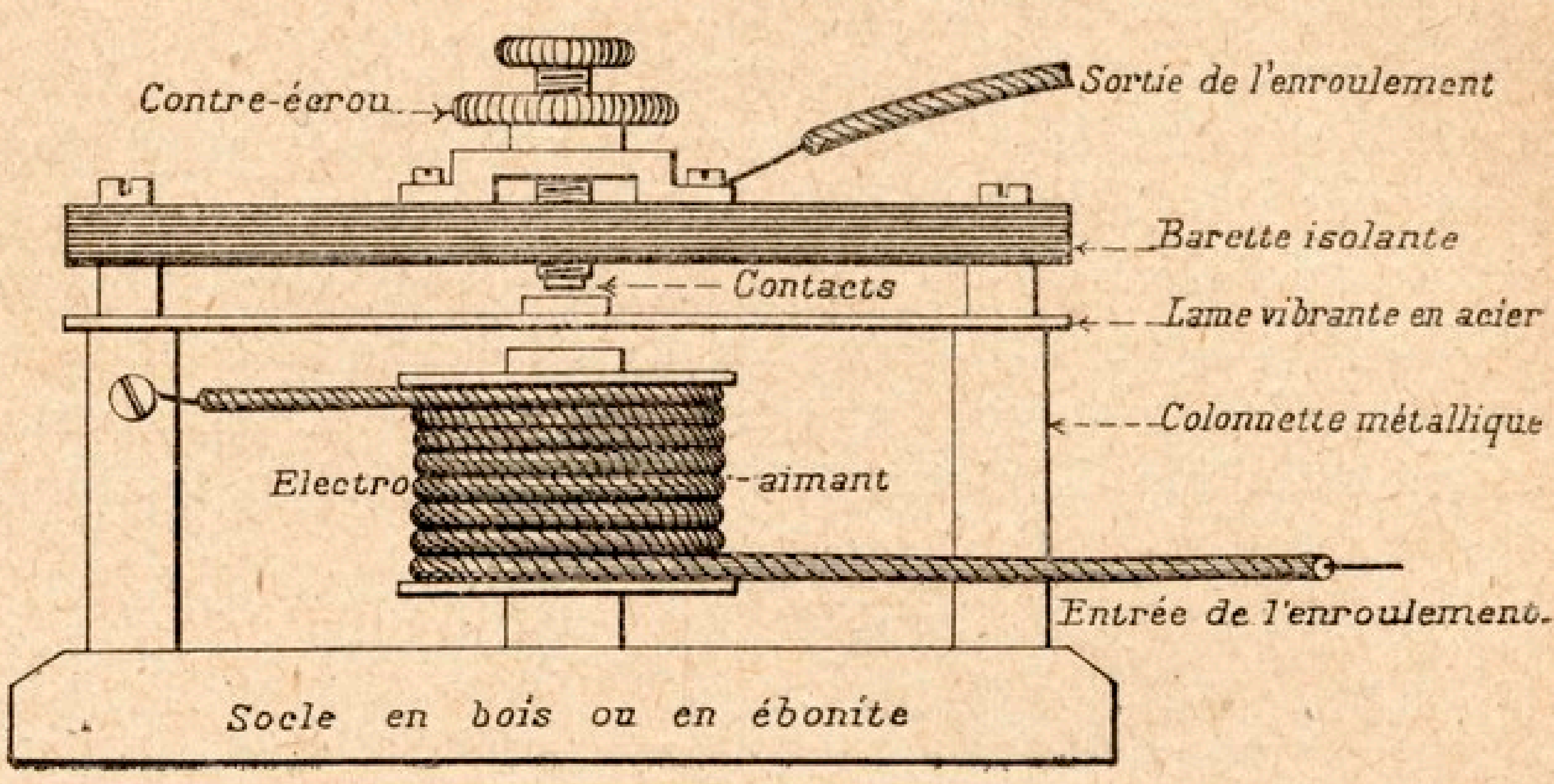


FIG. 72. — Interrupteur-vibrateur rapide.

Le fil de l'électro-aimant de cet interrupteur doit avoir le même diamètre que le fil de l'enroulement primaire du transformateur ; cinq ou six couches superposées agissent suffisamment sur le noyau de l'électro-aimant pour lui faire attirer la lame mobile et séparer les contacts.

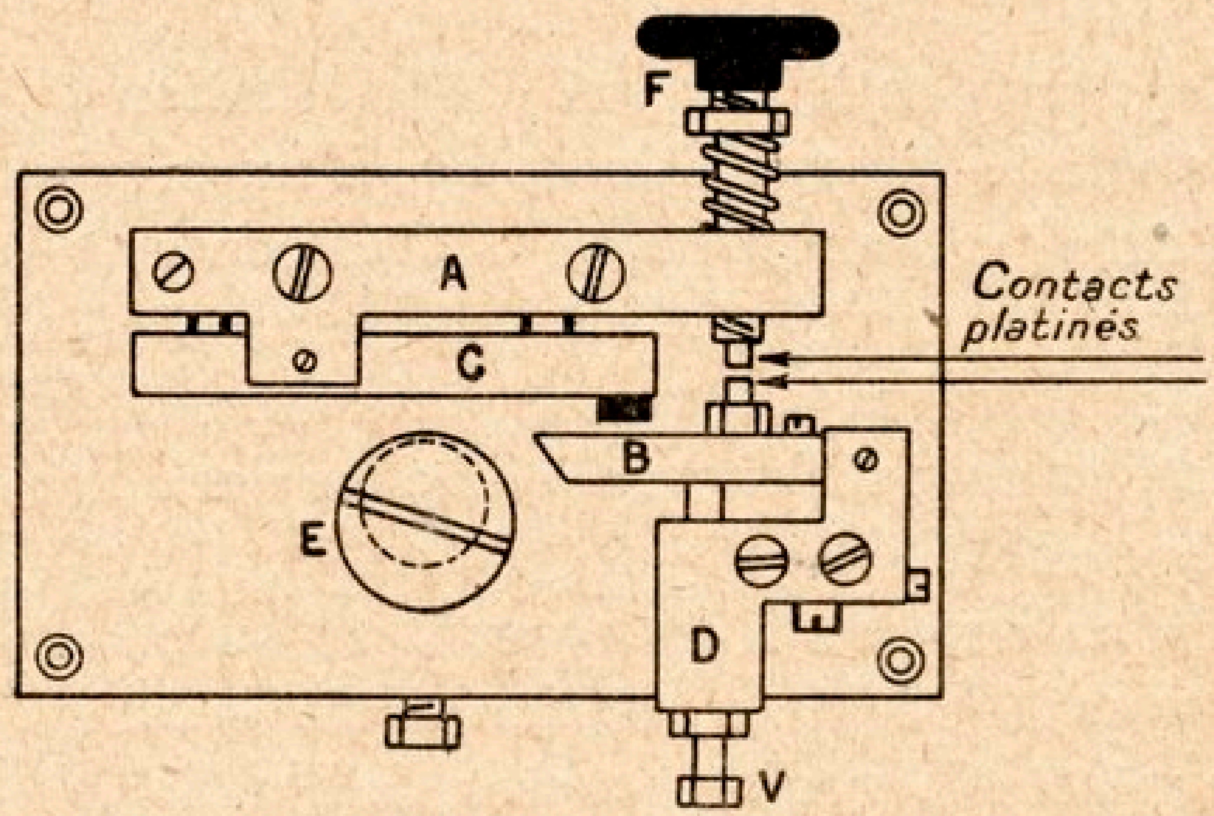


FIG. 73. — Rupteur automatique à ouverture brusque.

Il y a intérêt à obtenir une rupture très brusque du courant primaire afin de déterminer une réaction plus puissante dans le circuit secondaire. A cette fin, nous utilisons un rupteur spécial que représente la figure 73. Ce dispositif, très simple, robuste et d'un réglage stable se prête mieux que le trembleur précédent à la coupure instantanée de courants importants et permet d'atteindre des portées de transmission plus considérables.

Un levier articulé B porte en son centre un contact platiné appuyant, à l'état de repos, sur un contact semblable mais réglable porté par une barrette fixe A.

Un levier de fer doux C, disposé au-dessus d'une masselotte de fer doux E faisant corps avec le noyau magnétique du transformateur, porte à son extrémité une pastille isolante pouvant venir heurter violemment l'extrémité libre du levier B lorsque le courant d'alimentation aimante la masselotte. Ce heurt sépare instantanément les contacts platinés et coupe le courant ; un ressort réglable ramène le levier mobile à sa position de départ.

La masselotte cylindrique E qui attire le levier C étant excentrée sur son pied, peut être rapprochée ou éloignée du levier de fer doux par une légère rotation.

La puissance de l'énergie secondaire du transformateur pourvu de ce rupteur dépend de la distance qui sépare le levier C de la masselotte E et de la tension du ressort de renvoi du levier B ; une vis de réglage V permet de donner à ce ressort la tension convenable.

Quel que soit l'interrupteur utilisé, il est indispensable de relier les contacts du vibreur par l'intermédiaire d'un condensateur destiné à étouffer l'étincelle d'extra-courant qui à chaque interruption de l'alimentation brûlerait ces contacts et dissiperait en pure perte une quantité notable de l'énergie primaire.

Avec le transformateur décrit, le condensateur de protection doit avoir une capacité de plusieurs microfarads.

On emploiera pour le confectionner soixante feuilles de papier d'étain mesurant 30 centimètres sur 20 centimètres, séparées entre elles par deux feuilles de papier paraffiné mesurant 32 centimètres sur 22 centimètres.

Les feuilles métalliques paires seront reliées ensemble et à l'un des contacts de l'interrupteur, l'autre contact étant relié au groupe des feuilles impaires.

L'amateur trouvera dans le tableau suivant les données qui lui permettront de construire un transformateur approprié à l'importance des expériences qu'il désirerait réaliser.

RAPPORT ENTRE LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS CONSTITUANT UNE BOBINE D'INDUCTION POUR T. S. F.

Longueur d'étincelle en centimètres mesurée à vide.....		1 1/2	2 1/2	5	15	30
Noyau	Longueur en centimètres............	11	18	23	30	45
	Diamètre en centimètres............	1,5	1,5	2	2,5	3
	Diamètre des fils de fer............	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10
Primaire	Diamètre du fil.....................	13/10	16/10	16/10	20/10	25/10
	Nombre de couches..................	3	3	2	2	3
Secondaire	Diamètre du fil.....................	12/100	12/100	12/100	12/100	12/100
	Quantité en grammes................	340	560	1.100	3.000	5.000
Condensateur	Nombre de feuilles d'étain...........	40	40	60	60	60
	Dimensions........................	14 × 10	15 × 10	15 × 15	25 × 15	30 × 20
	Nombre de feuilles isolantes..........	80	80	120	120	120
	Dimensions........................	15 × 11	16 × 11	17 × 17	27 × 17	32 × 22
Type d'interrupteur..........................		Fig. 71	Fig. 71	Fig. 72	Fig. 73	Fig. 73
Voltage utile................................		4 volts	6 volts	10 volts	20 volts	40 à 50 volts
Portée en kilomètres (Émission-réception sur antenne à 4 brins de 30 mètres de 15 à 18 mètres de haut).	récepteur à galène...	2	5	15	40	100
	récepteur à lampes..	Multiplier les distances ci-dessus par le nombre d'étages amplificateurs.				

Principales combinaisons de montage d'appareils de T. S. F. d'émission par ondes amorties. — La façon de monter et de grouper les appareils sur une table de transmission a une très grande influence sur la valeur de l'émission, aussi croyons-nous devoir indiquer dès maintenant, avant d'aborder l'émission par ondes entretenues, quelques combinaisons pratiques de montage des dispositifs à ondes amorties en soulignant leurs avantages et leurs inconvénients.

Le montage en direct est le plus simple puisqu'il ne comporte aucun appareil de réglage (*fig.* 74).

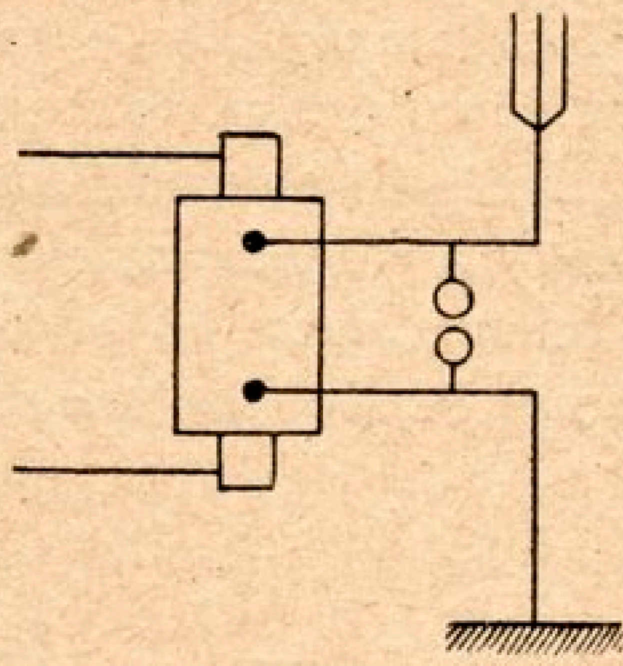


Fig. 74. — Transmission en direct.

Son emploi est tout à fait avantageux lorsque la source électromotrice dont on dispose est peu importante, il est tout indiqué pour les transmissions à petites distances. L'enroulement secondaire du transformateur d'induction se trouvant dans ce montage intercalé dans l'antenne, il en résulte un fort amortissement des ondes émises et, par conséquent, l'impossibilité de réaliser à la réception une sélection des signaux émanant de postes semblables quelle que soit la différence de leurs longueurs d'onde.

Avec une bobine de Ruhmkorff donnant, à vide, une étincelle de 1 centimètre et alimentée par un accumulateur double (4 volts-60 ampères heures) les portées peuvent atteindre, avec des antennes à quatre brins de 30 mètres, hautes de 15 à 18 mètres, 2 à 3 kilomètres et même 8 ou 10 si l'on utilise un récepteur amplificateur.

Lorsqu'on ajoute un condensateur entre les armatures de l'éclateur, il est indispensable de rapprocher ces armatures pour que l'étincelle se produise; mais celle-ci est alors beaucoup plus blanche et plus bruyante, le circuit antenne-terre devient nettement oscillant, l'enroulement secondaire de la bobine n'intervenant plus aussi fortement pour en provoquer l'amortissement. La capacité du condensateur doit être pro-

portionnée à la puissance de la bobine; pour celle de 1 centimètre ou celle de 2 centimètres d'étincelle une seule des bouteilles de Leyde dont nous avons donné les caractéristiques suffit.

Une notable partie de l'énergie du transformateur est cependant perdue dans la charge et la décharge du condensateur, soit sous forme de chaleur, soit sous forme d'aigrettes visibles dans l'obscurité aux bords des armatures de la capacité; l'emploi d'une source électromotrice plus importante est donc nécessaire avec ce montage.

Une portée de 15 à 20 kilomètres peut être atteinte en utilisant un transformateur de 4 centimètres d'étincelle à vide alimenté sous 10 volts et équipé selon le schéma de la figure 75, la réception étant assurée avec détecteur à cristaux.

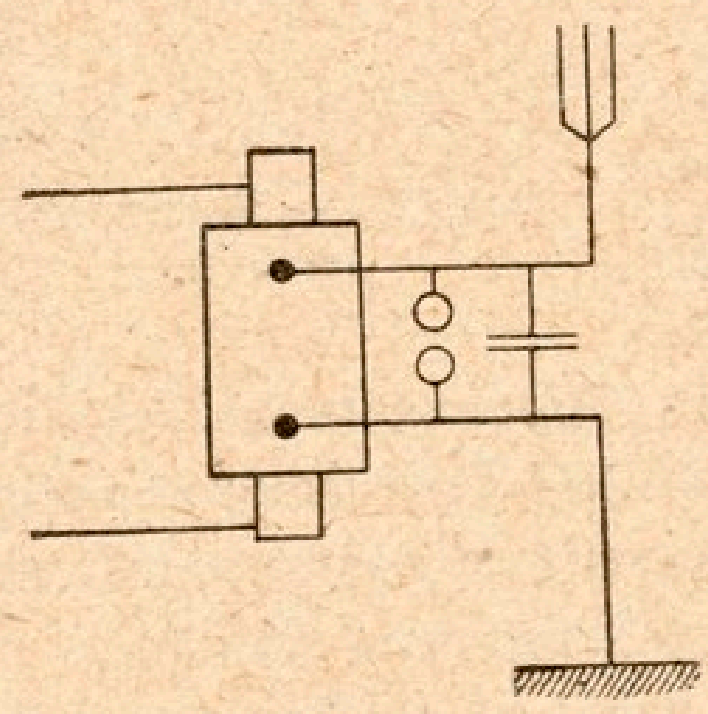


Fig. 75. — Montage en direct avec condensateur.

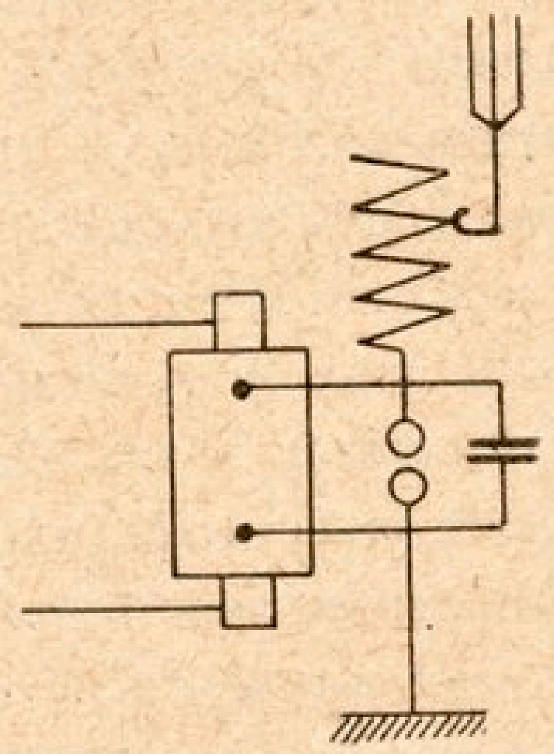


Fig. 76. — Montage en direct avec condensateur et self d'antenne.

On augmente la longueur d'onde des signaux émis en ajoutant au dispositif précédent une self de transmission (*fig.* 76).

L'accord du circuit radiant peut être ainsi syntonisé avec le circuit oscillant. Des transmissions recevables sur détecteur à galène à 40 et même 50 kilomètres sont réalisables sans difficulté avec ce montage.

Construction d'une self d'antenne. — On confectionne une self d'antenne d'émission pour poste à étincelles en

enroulant autour d'un mandrin de bois de 12 centimètres de diamètre, en quatorze ou quinze spires, environ 45 mètres de fil de cuivre non recuit de 2 à 3 millimètres de diamètre.

Cet enroulement se fait à tours jointifs et bien serrés pour obtenir des spires régulières ; lorsqu'il est terminé, il suffit de desserrer légèrement les spires pour enlever le mandrin. On écarte ensuite régulièrement les tours pour laisser entre eux un espace de 3 à 4 millimètres. Il est bon de prévoir un support formé de quatre petites colonnettes en ébonite rainurées pour maintenir l'enroulement.

A cette disposition en hélice cylindrique nous préférons l'enroulement en spirale plate plus facile peut-être à réaliser, et d'un emploi tout aussi pratique. On utilise cette fois comme mandrin d'enroulement une large poulie dont la gorge est calibrée exactement au diamètre du fil à bobiner ; cette poulie peut être formée très simplement au moyen de deux planchettes rigides fixées de part et d'autre d'un galet cylindrique de 3 à 4 millimètres d'épaisseur et 7 à 8 centimètres de diamètre (*fig.* 77). Lorsque l'enroulement est terminé, on sépare les joues de la poulie en enlevant l'écrou de blocage ; la spirale métallique, si l'enroulement a été bien conduit, conserve une forme très régulière ; il est à peine besoin de relâcher le pas des spires, mais il faut placer le dispositif sur une planchette isolante et l'y maintenir au moyen de deux croisillons également en matière isolante (*fig.* 78). Le début de l'enroulement est relié à une borne de connexion ; une mâchoire de prise de contact est utilisée pour prendre une portion plus ou moins grande de la self ainsi constituée.

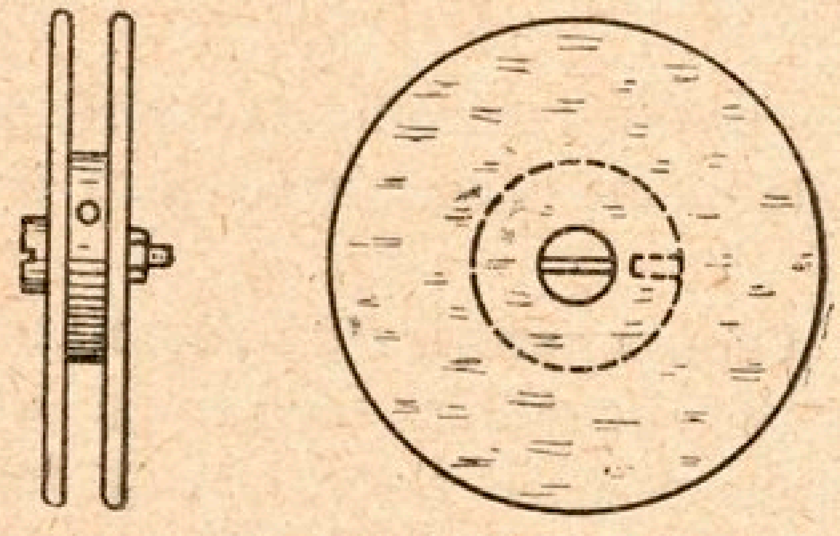


FIG. 77. — Mandrin pour la confection d'une self de transmission.

Le dispositif d'émission le plus communément employé est le montage sur résonateur Oudin, appelé aussi montage en dérivation, que représente schématiquement la figure 79.

Ce système assure un bon réglage à l'émission et permet une bonne sélection à l'arrivée. Malgré leur chevauchement, le circuit oscillant et le circuit radiant sont suffisamment indépendants pour que la période propre de vibration de l'antenne ne soit pas trop amortie.

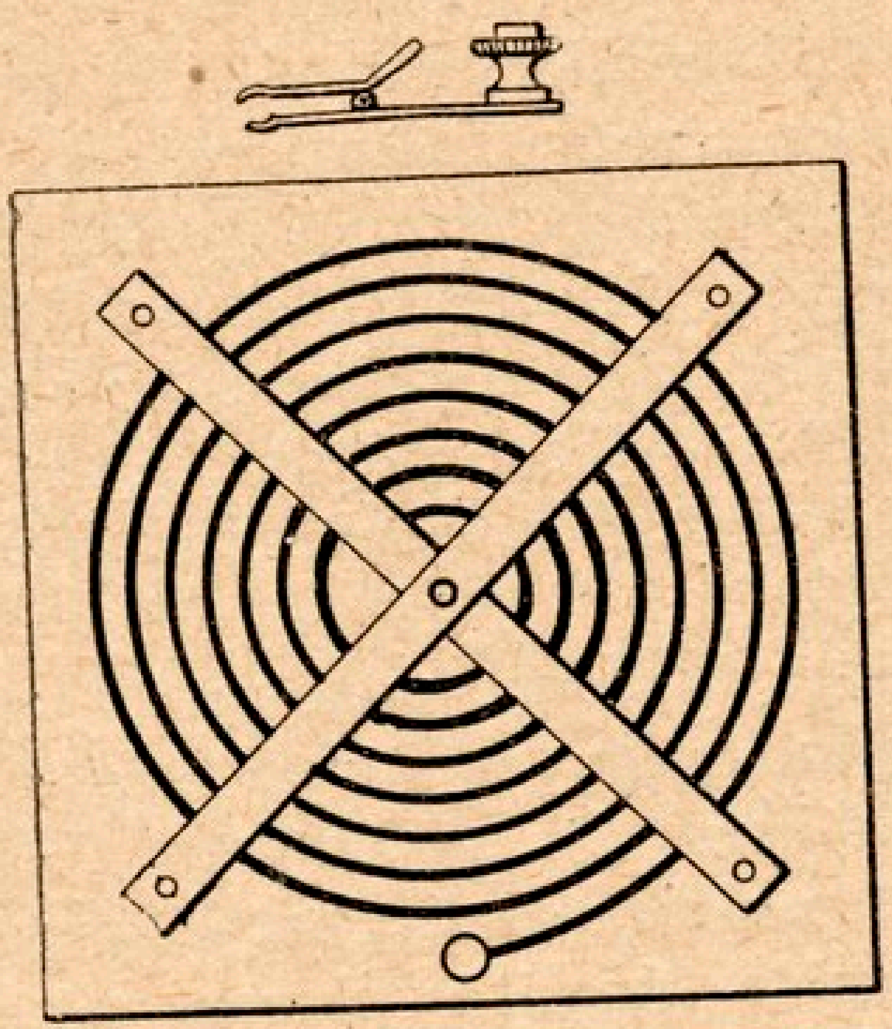


Fig. 78. — Self d'antenne en spirale plate et mâchoire de prise de contact.

Les enroulements et le condensateur absorbant une certaine quantité d'énergie, une source électromotrice importante est nécessaire avec ce montage. Avec une bobine donnant 15 centimètres d'étincelle à vide, alimentée sous 20 à 30 volts, les portées peuvent atteindre, pour une réception sans lampes, une distance comprise entre 45 et 65 kilomètres.

Construction d'un résonateur Oudin. — La construction d'un résonateur Oudin est identique à celle d'une self de transmission; mais on utilise pour sa confection un fil plus gros, un tube de cuivre de 8 à 10 millimètres de diamètre par exemple, et l'on réduit l'enroulement à 7 ou 8 tours dont on règle l'écartement à 1 ou 2 centimètres pour empêcher l'amorçage d'étincelles entre spires lorsque le résonateur est parcouru par les oscillations.

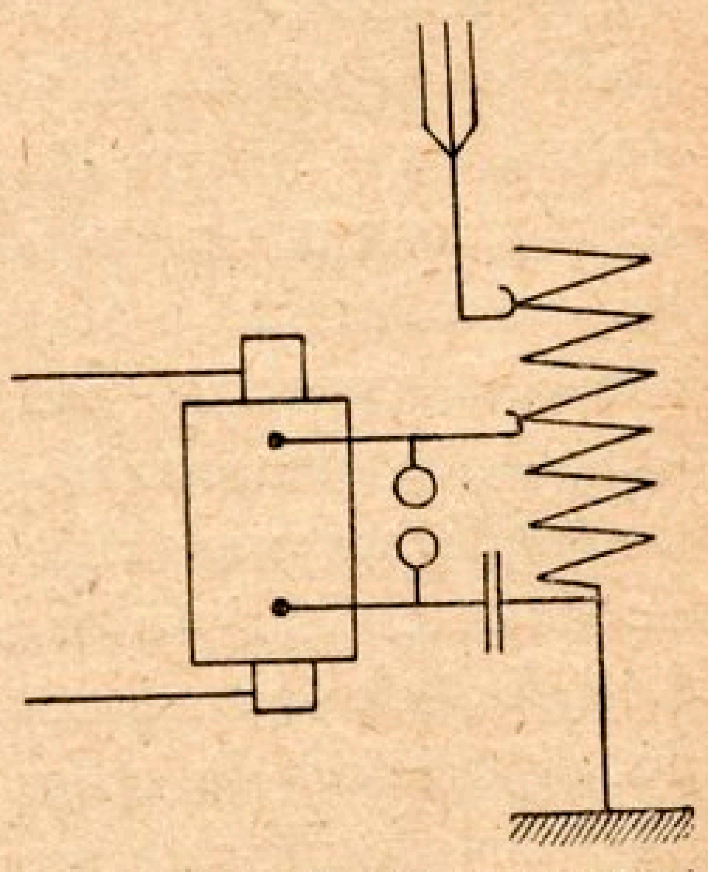


Fig. 79. — Montage en dérivation sur résonateur Oudin.

Les prises de connexion sont assurées sur le résonateur Oudin au moyen de mâchoires métalliques avec bornes.

Quelques opérateurs intervertissent, dans le montage de la figure 79, la place du condensateur et celle de l'éclateur.

On diminue encore sensiblement l'amortissement de l'antenne en plaçant dans celle-ci un éclateur supplémentaire monté suivant le diagramme de la figure 80.

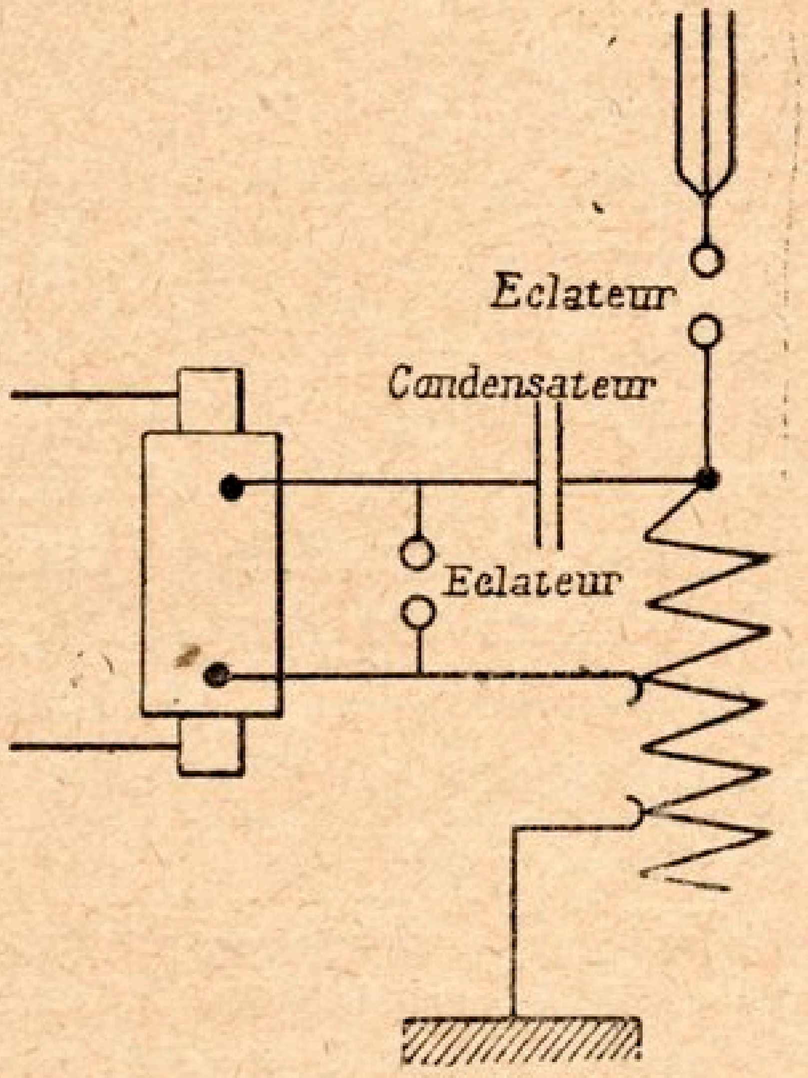
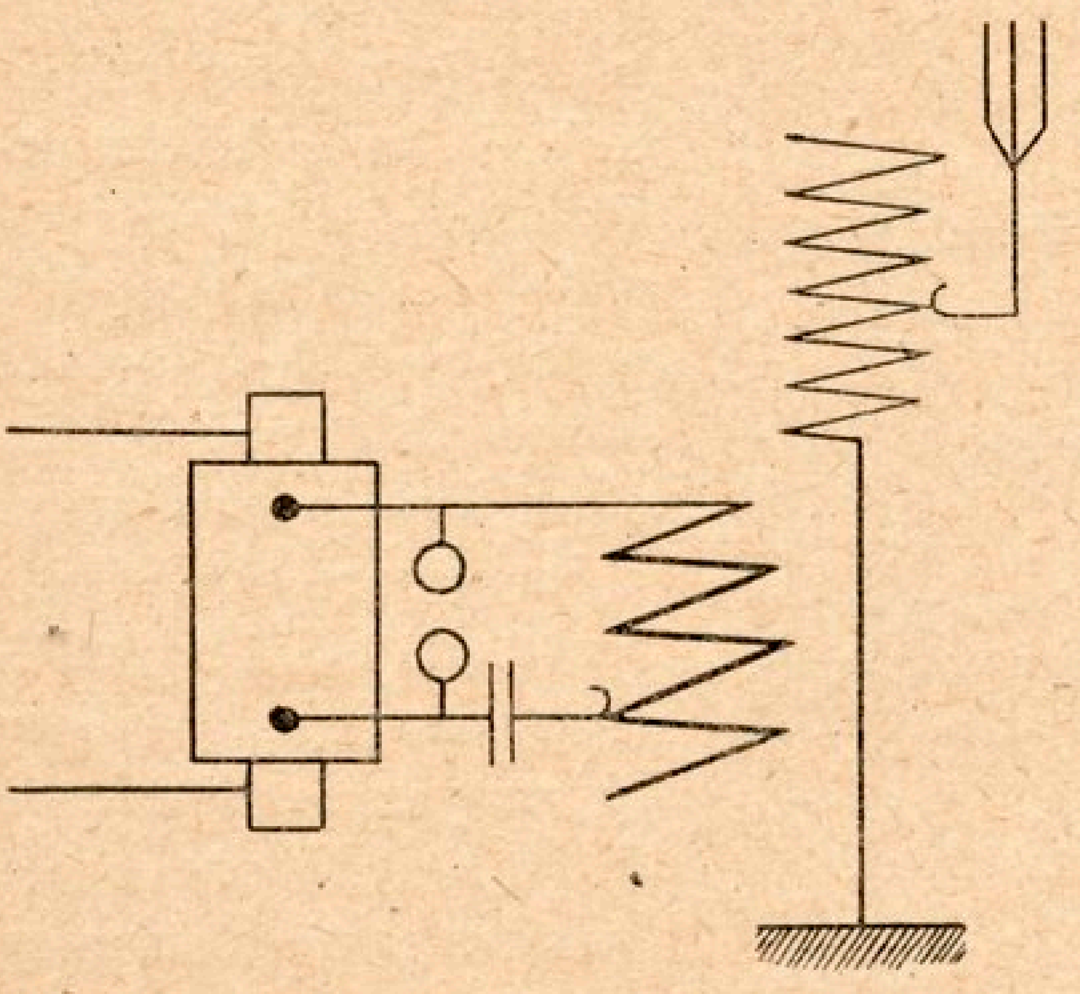


FIG. 80. — Utilisation d'un éclateur dans l'antenne.

Cette disposition rend l'antenne indépendante des circuits oscillants et lui permet de vibrer librement ; cependant la présence d'une coupure dans l'aérien diminue sensiblement la longueur d'onde de l'émission.

L'indépendance du circuit radiant est mieux assurée par l'emploi d'un résonateur spécial appelé Tesla, formé de deux enroulements réglables agissant l'un sur l'autre par induction.


FIG. 81. — Montage inductif ou en Tesla.

La figure 81 représente un transmetteur à étincelles pourvu d'un transformateur Tesla ; cette disposition des appareils est tout à fait favorable à un réglage précis de l'émission, mais elle exige une source d'énergie élevée pour atteindre de grandes portées.

Les dimensions du résonateur Oudin et les dimensions de la self d'antenne que nous avons précédemment décrits permettent de réaliser avec ces deux enroulements un excellent transformateur de Tesla.

Il suffit de placer le résonateur et la self à proximité l'un de l'autre et se faisant face ; on fait alors varier la valeur inductive de leur couplage en rapprochant ou en éloignant les enroulements soit par glissement le long de deux plans parallèles, soit en faisant faire à ces plans un angle d'autant plus ouvert qu'on désire obtenir un couplage plus lâche.

L'éclateur à boules qui figure sur le schéma de montage en Tesla peut être remplacé par un éclateur à plateaux multiples dont le rôle est de diviser l'étincelle de décharge de façon à amortir instantanément les oscillations dans le circuit primaire, de sorte que celui-ci n'agit que durant un temps très court sur le circuit de résonance et pour ainsi dire par *choc ;* il en résulte que l'antenne vibre librement avec sa période propre et donne à la réception une note très pure. De plus, l'émission se fait presque sans bruit, chaque étincelle fractionnée éclatant dans un milieu clos. L'isolement du condensateur n'a pas besoin d'être aussi soigné qu'avec un éclateur ordinaire, les pertes par effluves n'étant plus à redouter et la différence de potentiel aux bornes étant fortement réduite.

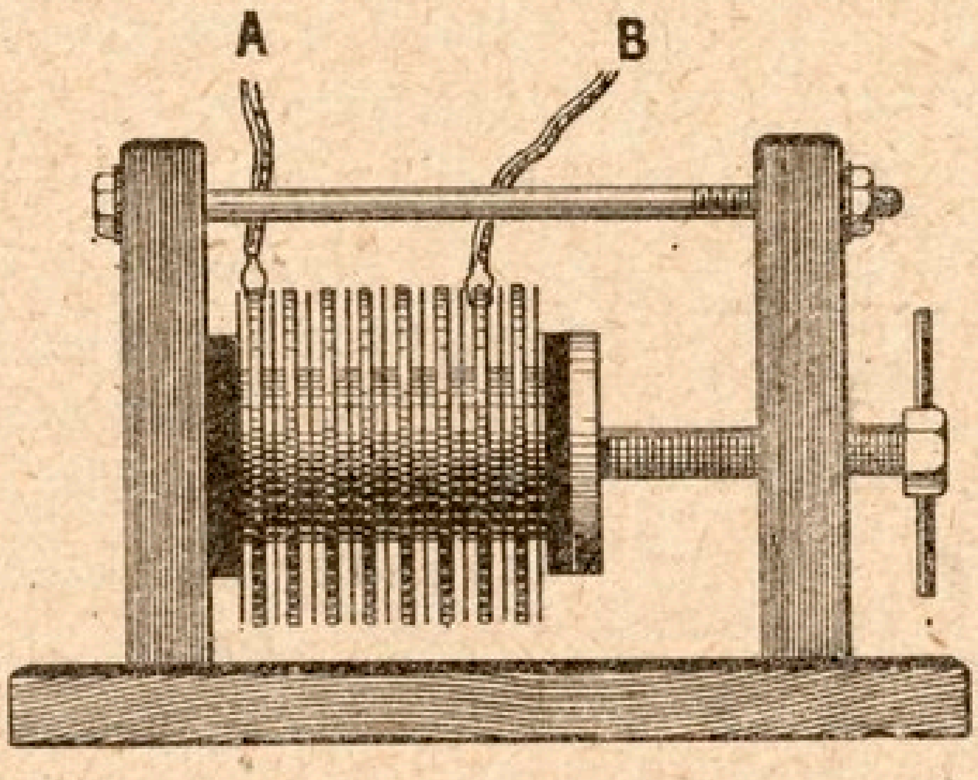


Fig. 82.
Éclateur à plateaux multiples.

La figure 82 représente un éclateur multiple très facile à réaliser au moyen de pièces de 0fr,10 en bronze et de disques minces en mica portant en leur centre une lunette de 2 centimètres. Les pièces métalliques au nombre de huit à dix sont empilées alternativement avec les disques isolants et maintenues dans

une petite presse ou simplement entre les masses de l'éclateur réglable de la figure 64.

Pour obtenir avec les montages inductifs ou les montages en dérivation un rendement maximum, il est indispensable que les circuits oscillants (comprenant l'enroulement secondaire du transformateur alimenté par la source électromotrice, le condensateur, l'éclateur, les spires primaires du résonateur) et les circuits radiants ou de résonance (comprenant l'antenne reliée à la terre ou au contrepoids, et les spires secondaires du résonateur) aient une même période de vibration. Nous dirons plus loin comment on se rend compte que cet accord est réalisé.

Réglage et entretien des appareils d'émission sur étincelles. — Il est indispensable de passer en revue, de temps à autre, les divers appareils et organes qui composent un poste de transmission radiotélégraphique.

On s'assurera :

1° De l'état de l'antenne et de la prise de terre : isolement sur les supports, isolement à l'entrée qui ne devra jamais être faite à travers un mur, mais par le centre d'un carreau d'ébonite, de verre ou de mica; bonne liaison électrique des raccords; éloignement des murs et des corps conducteurs, humidité du sol.

2° De la charge des accumulateurs dont on ne devra jamais laisser tomber le voltage au-dessous de 1,8 volt par élément simple (mesure faite pendant que l'accumulateur débite). Les accumulateurs seront rechargés au moins tous les trois mois, lorsqu'ils n'auront pas été utilisés.

Un ou plusieurs plombs fusibles devront toujours être intercalés dans le circuit des accumulateurs pour prévenir une décharge trop brusque dans le cas où l'interrupteur de la bobine transformatrice cesserait de fonctionner par suite du collage des contacts platinés au cours d'une transmission.

3° Du bon état des contacts platinés, lorsque le transformateur d'émission utilise un interrupteur à marteau. (Ne jamais nettoyer ou rectifier les contacts à la lime, le moindre

grain métallique détaché de la lime entre les contacts collerait ces derniers en fondant sous l'influence de la chaleur dégagée par l'étincelle de rupture ; utiliser seulement du papier de verre très fin).

4° De la propreté des boules, cylindres ou plateaux de l'éclateur et de leur écartement le plus favorable. On reconnaît au bruissement régulier et légèrement musical de l'étincelle que les armatures de l'éclateur sont à une distance explosible satisfaisante ; cette distance varie habituellenent de 1 à 7 millimètres, suivant la quantité d'énergie mise en jeu. Une distance explosible trop faible favorise la formation d'un arc lumineux sans pouvoir oscillant ; une distance trop grande détermine des ratés et peut détériorer le transformateur.

5° Du parfait isolement des armatures du condensateur sur les bords desquelles ne doit apparaître aucun effluve.

6° De l'état des conducteurs du circuit d'alimentation et de leur serrage sur les bornes des accumulateurs, du manipulateur et du transformateur. Ces conducteurs doivent être de gros diamètre afin de présenter au passage du courant le moins de résistance possible et être soigneusement isolés dans une gaine en gutta-percha (fil lumière de 15 à 30 dixièmes, selon l'ampérage utilisé).

7° Du bon état et de la propreté des contacts du manipulateur ; un condensateur de un microfarad aux bornes du manipulateur évite la production d'étincelles nuisibles.

8° De la position la plus favorable des diverses connexions dans le circuit oscillant et le circuit de résonance.

Pour déterminer d'une façon précise cette position, on utilise un ampèremètre thermique en dérivation sur la prise de terre ou à défaut une lampe à filament métallique, même un petit tube de Geissler (*fig.* 83).

L'aiguille du milliampèremètre thermique dévie d'autant plus, ou la lampe éclaire d'autant plus que l'on approche du meilleur accord du circuit antenne-terre et du circuit oscillant.

Les positions des connexions A et C étant fixées pour une

longueur d'onde déterminée des signaux à transmettre, on fait varier la position de B sur le résonateur jusqu'à ce que la lampe témoin donne un maximum d'incandescence ; à ce moment correspond un maximum de puissance radiatrice dans l'antenne.

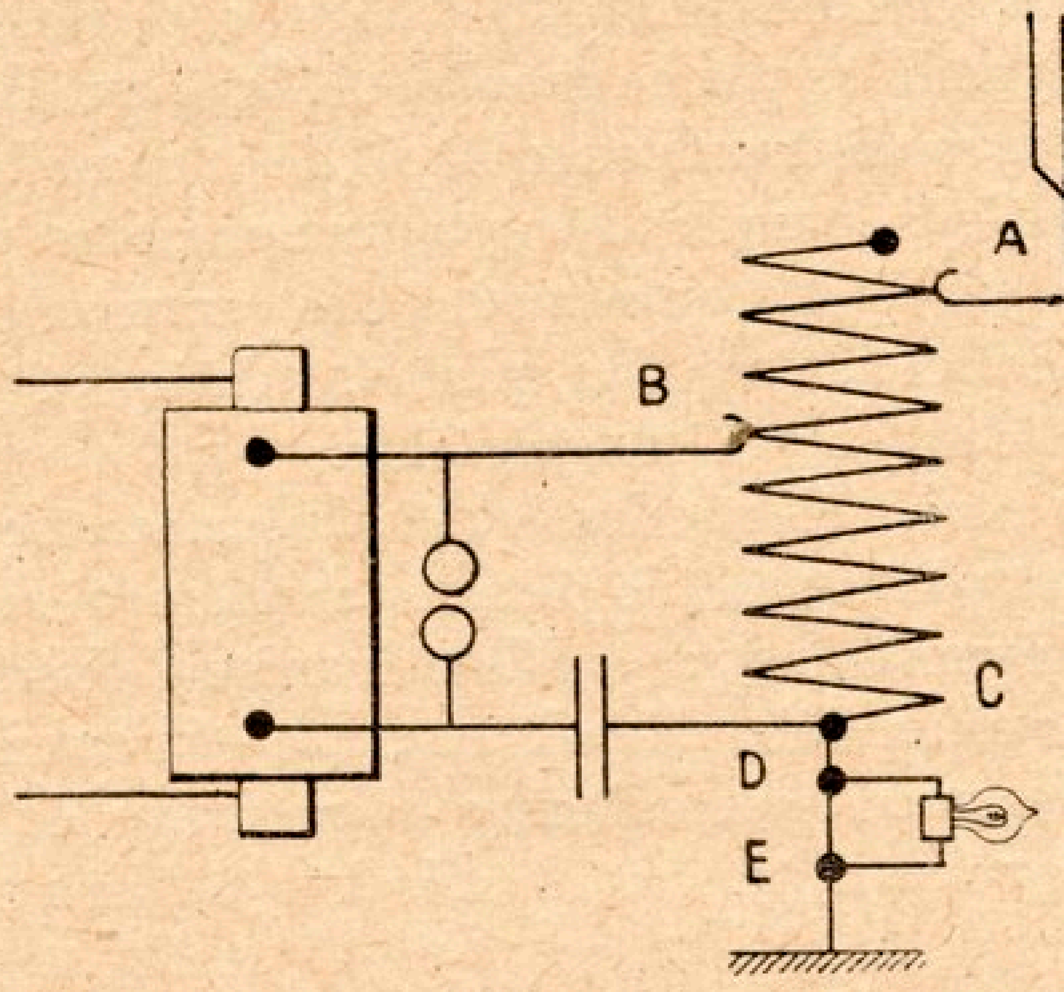


FIG. 83. — Ampoule électrique tenant lieu d'ampèremètre thermique pour le contrôle de l'émission.

Plus les points D et E sont distants l'un de l'autre, plus la lampe éclaire ; il est prudent de ne pas exagérer l'écartement de ces connexions (quinze à vingt centimètres suffisent généralement avec une petite ampoule de 4 à 5 volts) sous peine de griller le filament incandescent. En utilisant un tube de Geissler, il n'y a aucun inconvénient à exagérer l'écartement des points D et E.

Avec un condensateur convenable, on arrive à n'avoir qu'un tour et demi de spire entre les points B et C et pour une variation d'une demi-spire la lampe s'éteint. La longueur d'onde étant fonction de la self et de la capacité, on doit augmenter la capacité du condensateur lorsqu'on voit que le maximum d'effet ne peut être obtenu qu'avec trois ou quatre tours de l'enroulement car il est avantageux, au point de vue de l'amortissement, de n'avoir qu'une ou deux spires en circuit.

Émission radiotélégraphique sur ondes entretenues. — L'émission sur ondes amorties par dispositifs à étincelles est évidemment un procédé de télécommunication peu compliqué mais il présente divers inconvénients.

Pour atteindre de grandes portées, l'émission sur étincelles exige un matériel encombrant et lourd ; de plus, les ondes amorties engendrées par ce procédé s'éliminent difficilement et sont une cause de trouble, en dépit des appareils trieurs les mieux syntonisés, pour les récepteurs non correspondants.

On réalise sur ondes entretenues des communications plus faciles à sélectionner, de plus grandes portées et par l'emploi d'un matériel facilement transportable.

La lampe à trois électrodes est le générateur d'ondes entretenues le plus pratique et le plus communément employé.

Nous ne reviendrons pas sur le mécanisme de son fonctionnement exposé au début de cet ouvrage et nous nous bornerons à donner avec leurs schémas de montage les caractéristiques de quelques postes d'émission à lampes les plus avantageux.

La figure 84 reproduit le plan d'installation d'un petit poste d'émission sur ondes entretenues très simple et très pratique, donnant en télégraphie la possibilité de transmettre des signaux à plus de 100 kilomètres, en utilisant trois lampes en parallèle, et permettant même l'échange de conversations à petite portée.

La lampe génératrice L est du type ordinaire de réception, on utilisera une lampe de première qualité et si possible à filament renforcé.

Lorsqu'on monte plusieurs lampes en parallèle, pour augmenter la puissance de rayonnemenl du dispositif, on groupe ces lampes sur une même planchette d'ébonite mesurant 22 centimètres sur 8 centimètres en s'inspirant du plan de la figure 85. On prend bien soin d'écarter les unes des autres de 1 centimètre environ les connexions qui chevauchent.

Avec le pont-support de la figure 85, on prend à volonté une, deux ou trois lampes, il suffit d'enlever celles qu'on ne veut point utiliser.

L'alimentation des filaments se fait sous 6 volts ; un rhéos-

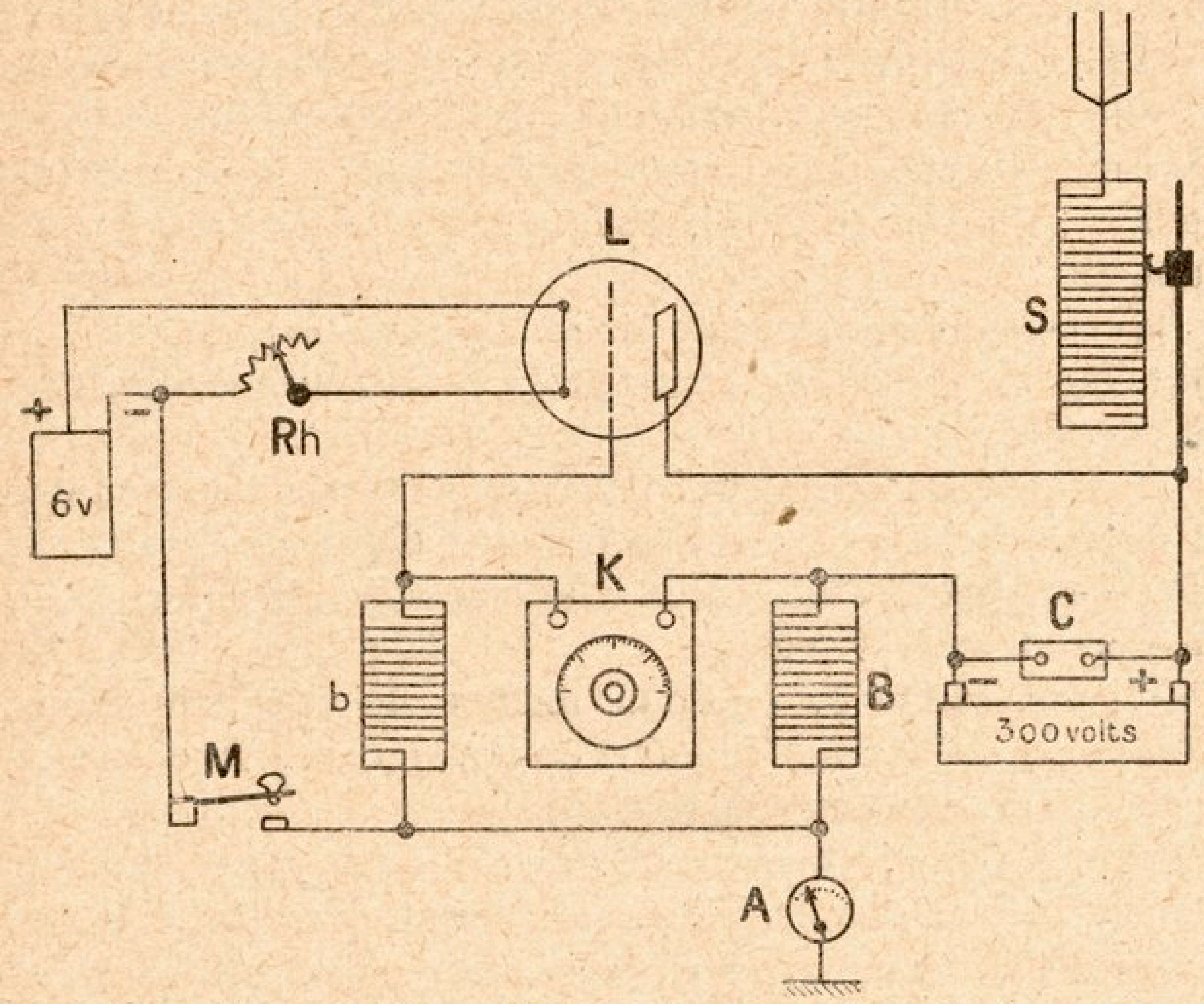


Fig. 84. — Petit poste d'émission sur ondes entretenues.

tat de chauffage permet un réglage optimum du courant et se monte sur le pôle négatif de la batterie.

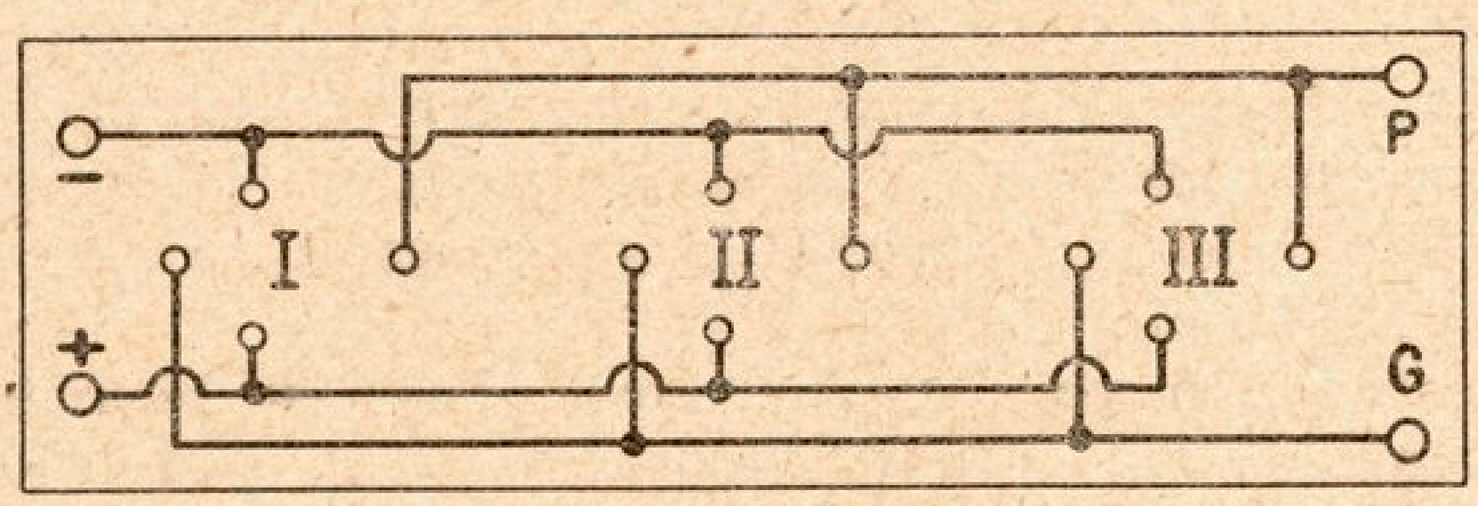


Fig. 85. — Montage en parallèle de lampes à trois électrodes.

La bobine de grille *b* et celle de plaque B sont constituées par des enroulements à tours jointifs mais *de sens différents*, disposés sur des carcasses cylindriques en carton verni mesurant 10 centimètres de diamètre et 12 centimètres de hauteur.

La bobine-grille, enroulée dans le sens de marche des aiguilles d'une montre, comprend environ 140 spires de fil 4/10 isolé par deux couches de coton ; la bobine-plaque, enroulée en sens contraire, porte 80 spires de fil 9/10 de même type ; ces enroulements doivent être éloignés de 20 à 25 centimètres environ afin qu'ils réagissent le moins possible l'un sur l'autre.

Le condensateur variable K est de faible capacité, 1/4 de millième de microfarad à peu près ; il doit être d'excellente fabrication.

La self S embrochée dans l'antenne n'est pas indispensable et ne sert qu'au réglage de la longueur d'onde de l'émission ; cette self peut être identique à la bobine de plaque avec, en plus, un curseur de réglage.

Le manipulateur M sera d'un modèle réduit et très simple attendu que le courant de grille qu'il a mission d'interrompre et d'établir tour à tour est très faible.

Un ampèremètre thermique, branché sur la prise de terre, permet de contrôler la valeur de l'énergie rayonnée ; d'une incontestable utilité, cet accessoire n'est cependant pas indispensable.

La batterie de plaque doit donner une tension égale à 300 volts, elle pourra être constituée par des blocs d'éléments secs, par des piles à liquide ou par de petits accumulateurs ; elle sera shuntée au moyen d'un condensateur fixe à diélectrique de mica de 2 millièmes de microfarad de capacité.

Avec une antenne en V de 50 à 60 mètres de longueur, la longueur d'onde de transmission du dispositif variera entre 600 et 1.000 mètres.

La figure 86 représente un montage un peu différent, à peine plus compliqué et donnant avec un réglage favorable des portées pouvant dépasser 600 kilomètres en télégraphie.

La lampe génératrice est une lampe à cornes du type E_4 alimentée sous 6 volts pour le filament et sous 1.000 volts pour la tension de plaque.

Les 6 volts sont donnés par trois accumulateurs de 80 à 100 ampère-heures, de bonne marque et robustes. La haute

tension est fournie par des accumulateurs, des piles ou par une génératrice fonctionnant soit sur courant continu, soit sur courant alternatif; soit enfin, sur ce dernier courant, par un transformateur « Ferrix » spécial 1.000 × 1.000 et redressement.

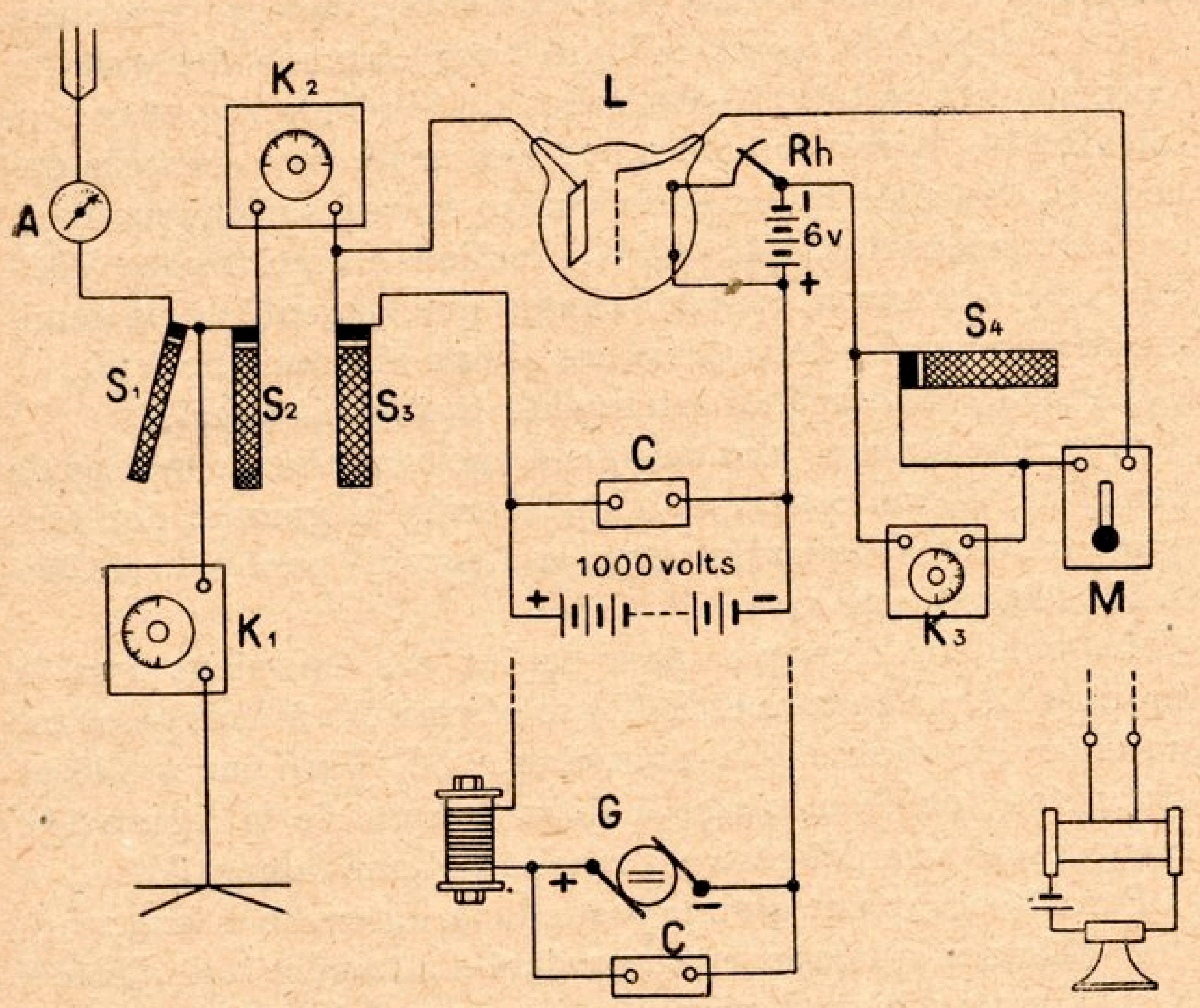


FIG. 86. — Poste d'émission sur ondes entretenues à grande portée.

Lorsqu'on fait usage de la génératrice, il y a lieu d'insérer une self de choc à la sortie (borne positive) de cette génératrice. Huit mille tours de fil émaillé 5/10 enroulé sur un noyau de fer doux (tôle de Suède) de 16 centimètres carrés de section et 10 centimètres de longueur constitueront une excellente self de choc.

Les inductances d'antenne, de grille et de plaque sont des galettes fond de panier qu'on trouve presque partout dans le commerce.

La galette S_1, que peut remplacer une très petite bobine de self, porte quinze à vingt spires; la galette S^2 un même nombre. La galette S_3 compte trente spires et la galette S_4 soixante-dix.

Les galettes S_1, S_2 et S_3 sont placées sur un support articulé de manière à pouvoir être plus ou moins couplées entre elles.

Le nombre de spires indiqué pour chacune des galettes correspond à la totalité des spires de l'inductance et non au nombre de spires comptées sur une seule face. Ainsi la galette S_3 de trente spires porte quinze spires sur chaque face.

Les condensateurs K_1, K_2, K_3, destinés à accorder les différents circuits auront respectivement une capacité de un demi-millième pour les deux premiers, de un millième pour K_3.

Le manipulateur M est un modèle tout à fait simple.

Avec une antenne prismatique d'une trentaine de mètres de longueur et un contrepoids approprié, la gamme des longueurs d'ondes réalisables avec ce dispositif peut aller de 250 à 400 mètres environ.

Le meilleur récepteur pour capter ces émissions sera le montage à quatre lampes H. F. sur résonateur à trois galettes, suivi ou non d'un ou de deux étages BF (Voir pages 130 et suivantes), ou le montage à deux lampes de la figure 152 comprenant une détectrice à réaction et une lampe BF.

Pour télégraphier avec le poste de la figure 86 il faut :

1° Allumer la lampe, en se gardant d'atteindre tout d'abord le maximum d'incandescence (utiliser un rhéostat) ;

2° Établir la tension de plaque ;

3° Manœuvrer progressivement le condensateur K_3 et le condensateur K_2 ;

4° Coupler plus ou moins les galettes S_2 et S_3 ;

5° Rapprocher ou éloigner la galette S_1 de la galette S_2.

On suivra la déviation de l'aiguille de l'ampèremètre thermique au cours des réglages indiqués; le maximum de rayonnement sera atteint lorsque l'aiguille accusera une déviation maxima.

Les valeurs de S_1 et de K_1 déterminent surtout la longueur d'onde de la transmission.

Émission radiophonique. — L'émission radiophonique est un sujet d'actualité, et quelque difficulté que présente la réalisation pratique d'expériences de transmission sans fil de la parole, un grand nombre d'amateurs s'y intéressent passionnément. Devant les résultats obtenus par différents chercheurs qui ont réussi à se faire entendre d'Europe en Amérique (essais transatlantiques de M. Deloy, de Nice et de M. Pierre-Louis, d'Orléans), on ne peut que souhaiter voir se multiplier en France le nombre des stations d'essais.

Le dispositif de la figure 86 peut être avantageusement utilisé pour l'émission radiophonique sur ondes courtes. Pour cet usage, on remplace simplement le manipulateur M par le secondaire d'un transformateur téléphonique dont le primaire comprend, montés en série, un microphone à grenailles et une petite batterie de 4 à 6 volts.

Le transformateur téléphonique est à noyau magnétique droit ; son rapport de transformation est de 1/35 environ ; on réalisera un excellent transformateur pour radiophonie en constituant l'enroulement primaire par 300 tours de fil de cuivre 8/10 isolé au coton et le secondaire isolé du précédent par deux ou par trois couches de papier paraffiné, par 6.000 tours de fil 1/10 isolé à la soie. Le noyau sera feuilleté et mesurera 1 centimètre de diamètre et 7 centimètres de longueur environ. Un transformateur Ferrix de 0,2 kilowatt (100 volts $\times$ 2.500 volts) peut également être utilisé comme transformateur téléphonique.

Autre dispositif à une lampe. — Le radiophone dont la figure 87 reproduit le schéma est d'une construction aussi facile que le précédent et d'un réglage plus simple ; sa portée atteint une cinquantaine de kilomètres et peut aller au delà avec un bon récepteur et une antenne bien dégagée.

La lampe utilisée est un tube de 5 à 10 watts ; le chauffage du filament est assuré par une source de 6 volts, la tension plaque par une génératrice donnant 600 volts.

Le transformateur téléphonique est le même que celui que nous avons précédemment décrit, un condensateur fixe

de un demi-millième shunte son enroulement secondaire.

La bobine B est une self à deux curseurs comprenant quarante spires de fil 20/10, au pas de 3 millimètres, enroulées sur carcasse de carton verni de 12 centimètres de diamètre.

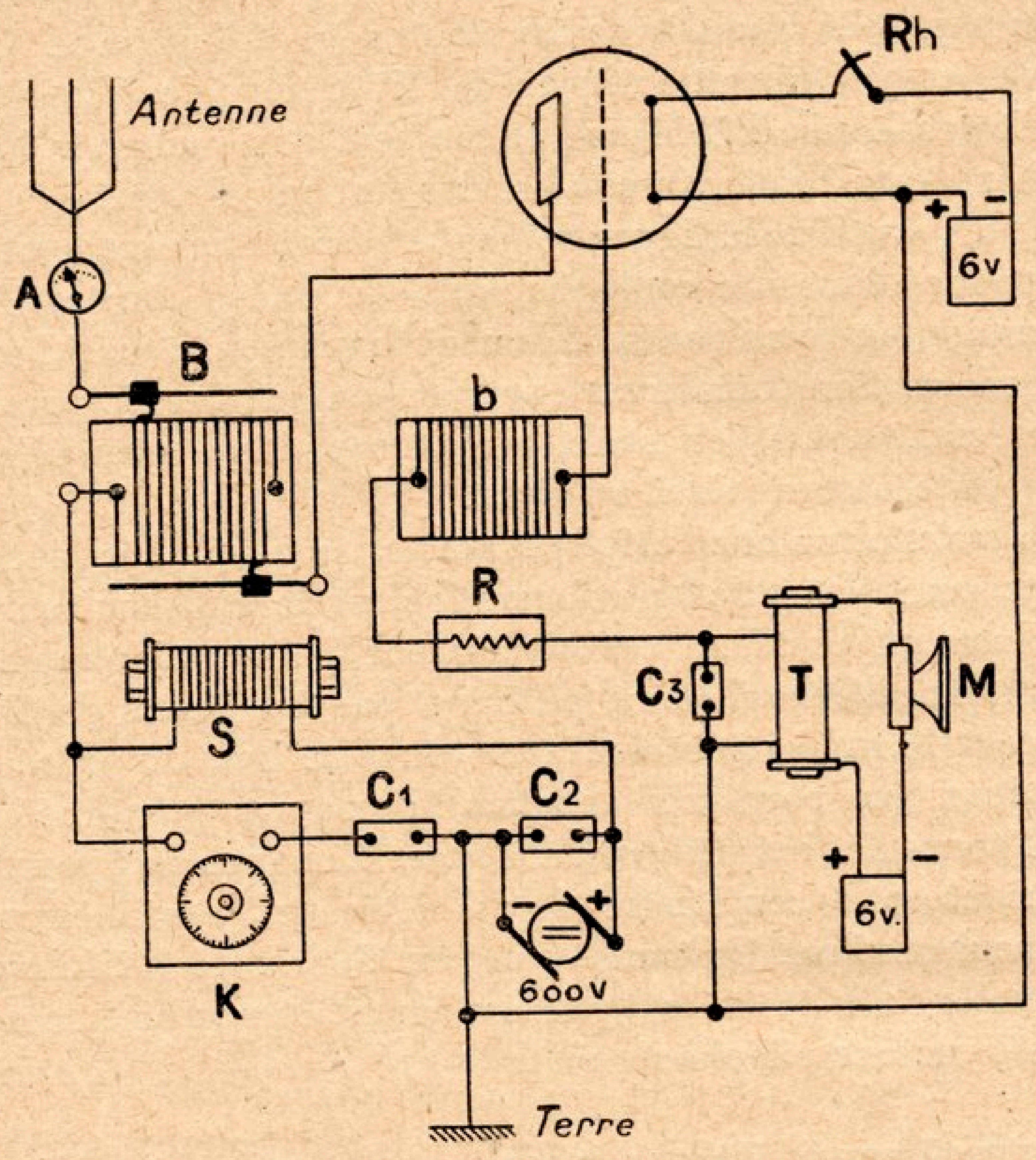


FIG. 87. — Radiophone d'amateur à une lampe. Modulation sur la lampe génératrice.

La bobine de grille *b*, qui doit pouvoir pénétrer dans B, est constituée par soixante spires de fil 5/10 isolé au coton enroulées à tours jointifs et de sens opposé à l'enroulement de B, sur carcasse de 10 centimètres de diamètre.

Une résistance de 1.000 à 1.500 ohms est insérée entre la bobine de grille et le secondaire du transformateur téléphonique.

La stabilité de la modulation, lorsque l'appareil fonctionne, tient, pour une bonne part, à la valeur de cette résistance; il y aura donc avantage à en déterminer par expérience la valeur la plus favorable.

Le condensateur d'antenne K a une capacité variable comprise entre 0 et 2 millièmes de microfarad; il est monté en série avec un condensateur fixe au mica de 1/100 de microfarad destiné à protéger la génératrice au cas où les lames du condensateur fixe viendraient à se toucher accidentellement.

La génératrice est shuntée par un condensateur fixe de 2 microfarads; sa self de protection est faite de mille tours de fil 3/10 isolé au coton, sur noyau de fil de fer doux de 1 centimètre de diamètre et 10 centimètres de longueur.

Le réglage de ce poste s'opère comme il a déjà été dit; c'est le curseur d'antenne de la bobine B et le condensateur K qui servent à régler la longueur d'onde de la transmission.

Le couplage de *b* et de B doit se faire progressivement en consultant l'aiguille de l'ampèremètre thermique d'antenne.

Il y aura souvent avantage à ne pas trop pousser le chauffage du filament.

Le microphone doit être tenu assez près des lèvres de l'opérateur sans toutefois toucher celles-ci; des vibrations trop fortes sous l'action du souffle déformeraient la voix et risqueraient même d'empêcher toute modulation.

Radiophone à deux lampes. — Dans les dispositifs radiophoniques étudiés jusqu'ici la modulation par le téléphone s'opère sur la lampe génératrice d'ondes entretenues; l'appareil émetteur que représente la figure 88 comprend deux lampes : l'une a pour fonction de créer les oscillations entretenues destinées à rayonner; l'autre, à amplifier les courants microphoniques et à moduler, par eux, le courant de plaque de la lampe génératrice.

Ce montage donne une émission plus puissante et plus pure que celle des dispositifs précédents mais son réglage est plus compliqué.

La self d'antenne est à deux curseurs, elle peut être constituée par un enroulement en fil 10/10 sur carcasse de carton

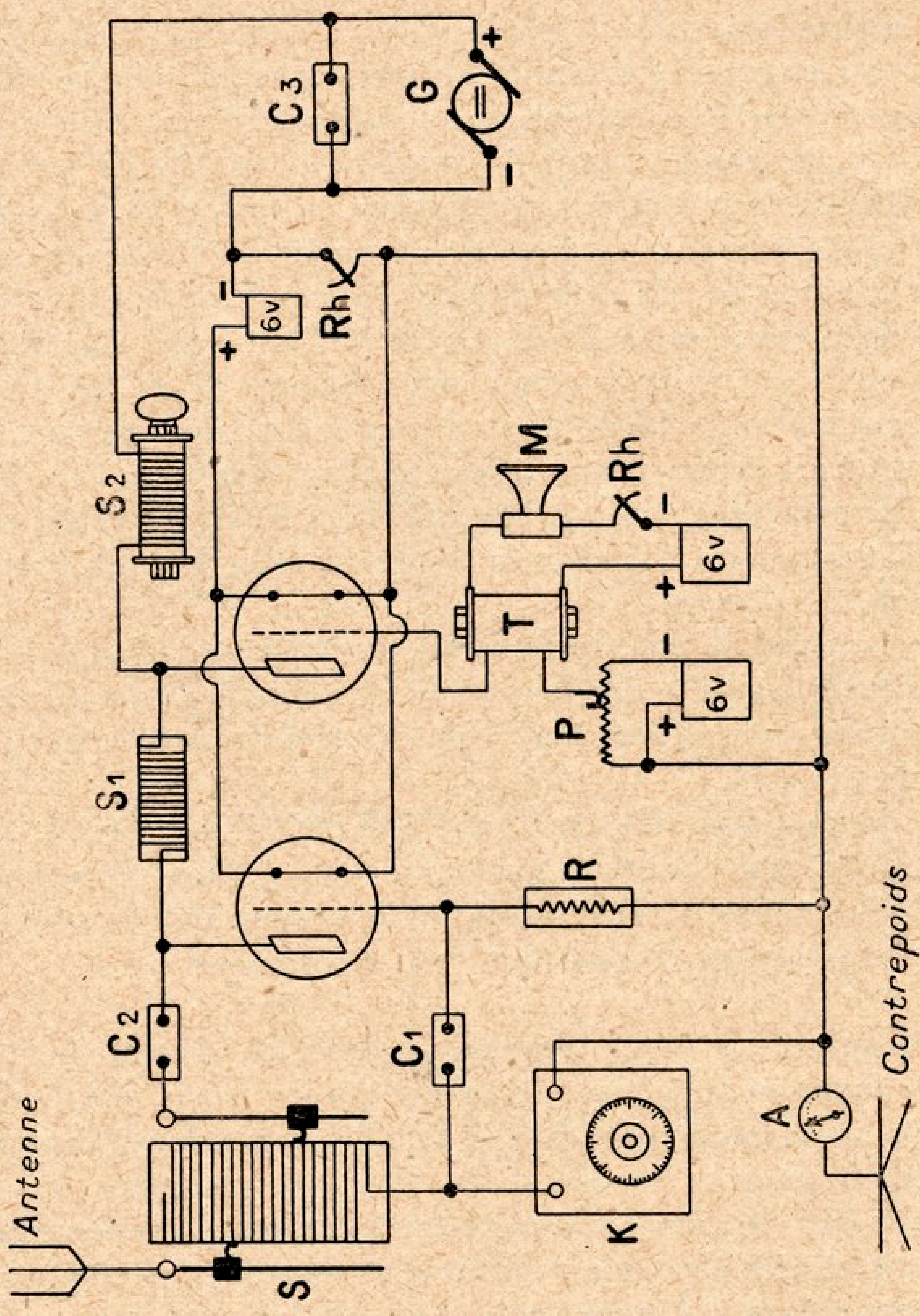


Fig. 88. — Radiophone d'amateur à deux lampes : la première lampe est génératrice, la seconde modulatrice.

verni de 12 centimètres de diamètre; quarante à cinquante spires au pas de 2 millimètres suffisent pour des ondes comprises entre 140 et 200 mètres de longueur.

La self S_1 est une self de choc ayant une inductance de

10 millihenrys ; son rôle est de s'opposer au passage des courants de haute fréquence vers la génératrice à haute tension; on utilise pour sa confection deux ou trois galettes pressées de 300 tours, en vente chez tous les marchands d'accessoires de T. S. F.

La self à fer S_2 est à noyau mobile; elle est faite de 8.000 tours de fil 5/10 isolé bobinés sur carcasse parallélipipédique de 4 centimètres de largeur et 10 centimètres de longueur en carton verni ou en ébonite; le noyau est constitué par un bloc de feuilles de tôle muni à une extrémité d'un bouton de manœuvre.

Une résistance-shunt R, réglable de 10.000 à 20.000 ohms, est utilisée pour limiter la valeur du potentiel de grille de la lampe génératrice. Le condensateur C_1 d'une capacité de 0,2 millième de microfarad maintient cette grille à une tension négative.

Le transformateur téléphonique, semblable à ceux déjà décrits, comprend dans son circuit primaire une batterie de 6 volts commandée par un rhéostat ordinaire; une batterie de 6 volts, réglée par un potentiomètre, est insérée dans le circuit secondaire et a pour but de maintenir le potentiel de grille du tube modulateur à une tension négative.

Le condensateur de couplage K est du type rotatif à diélectrique air; sa capacité peut varier de 0 à 2 millièmes de microfarad.

L'utilisation du radiophone à deux lampes s'opère comme il suit :

1° Allumer les lampes, en veillant à ne pas pousser le chauffage à son extrême limite;

2° Établir le courant à haute tension;

3° Le curseur d'antenne étant placé vers le haut de la self S, manœuvrer l'autre curseur jusqu'à ce que l'aiguille de l'ampèremètre thermique A indique une déviation maxima ;

4° Agir sur la résistance de grille pour trouver la valeur la plus favorable à la stabilité du courant maximum dans l'antenne, et, dans le même but, régler par le jeu du potentio-

mètre P le potentiel de la batterie insérée dans l'enroulement secondaire du transformateur;

5° Parler devant le microphone, sans crier, mais en soignant l'articulation; régler le débit de la pile du microphone et parfaire le réglage en agissant sur la résistance R et en corrigeant la position du curseur sur le potentiomètre P.

Un réglage bien établi doit donner avec deux lampes de 10 watts une intensité de courant de 0,6 ampère à la base de l'antenne, la valeur moyenne du courant de plaque atteignant 25 milliampères en cours de fonctionnement.

Nous recommanderons aux amateurs qui font de l'émission radiophonique de contrôler constamment le fonctionnement de leur poste à l'aide d'un récepteur local sur cadre; ils seront ainsi immédiatement avertis des défauts de modulation qui rendent inintelligibles et sans portée les messages radiophonés et que révèlent à peine les appareils de mesure du poste émetteur.

Un dernier conseil, aussi, pour clore ce chapitre : Ne faites pas de transmission sans en avoir obtenu l'autorisation de l'Administration des Postes et des Télégraphes, et si vous avez cette autorisation, conformez-vous scrupuleusement, pour ne gêner personne, aux prescriptions du *Code de la T. S. F.*

III. — POSTES DE RÉCEPTION RADIOTÉLÉGRAPHIQUES ET RADIOPHONIQUES.

Il n'y a aucune différence entre les appareils destinés à la réception des radiotélégrammes et ceux qu'on utilise pour l'écoute de la téléphonie sans fil, la méthode auditive demeurant, dans les deux cas, le seul procédé de réception actuellement en usage.

L'énergie rayonnée en téléphonie étant, toutes choses égales, moins importante que l'énergie rayonnée en télégraphie, nous nous placerons dans les meilleures conditions d'une bonne réception générale en nous préoccupant toujours, dans les considérations qui vont suivre, de l'écoute radiophonique.

Le lecteur qu'intéresserait, par exception, l'inscription des radiotélégrammes, trouvera dans notre ouvrage *La T. S. F. des Amateurs*, complément de ce manuel, les détails de construction de quelques dispositifs enregistreurs.

Afin de faciliter aux amateurs le choix d'un appareil de réception en rapport avec leurs ressources ou avec leurs connaissances pratiques en T. S. F., nous classerons les récepteurs radiophoniques en deux groupes pour examiner d'abord les plus simples et les meilleur marché, ceux qui utilisent seulement un détecteur à cristaux; en second lieu, les dispositifs à lampes d'un montage plus délicat et d'un prix de revient plus onéreux.

Récepteurs utilisant un détecteur à cristaux. — Ces appareils sont les moins compliqués et ceux dont l'acquisition est compatible avec les ressources d'un budget modeste; cependant leur utilisation est à peu près limitée au voisinage de l'émission, car leur sensibilité n'est pas très grande. Aux

distances moyennes, de 100 à 200 kilomètres, si leur emploi est encore exceptionnellement possible, c'est à la condition de disposer d'un collecteur d'ondes important et bien dégagé.

Sur antenne de 25 mètres à quatre brins, nous recevons à 250 kilomètres de Paris les messages téléphonés et les radio-concerts des stations de la Tour Eiffel et de la Compagnie Française de Radiophonie (Radiola) et même les essais sur ondes de 1.600 mètres de la station de « superbroadcasting » de Londres, au casque téléphonique avec un simple récepteur à cristaux; mais l'audition est faible et, si les paroles sont très compréhensibles, l'audition n'est pas assez forte pour être suivie quelque temps sans fatigue.

En utilisant avec le même récepteur une antenne cylindrique à quatre fils de 40 mètres de longueur, l'audition est forte, mais ne saurait permettre l'écoute sur haut parleur.

Ainsi la première condition pour recevoir la radiophonie aux grandes distances avec un appareil à cristaux est d'utiliser une antenne importante bien dégagée; la seconde condition est de posséder un détecteur et un téléphone très sensibles dans un circuit oscillant soigneusement accordé permettant de tirer le meilleur parti possible du peu d'énergie recueillie.

Il existe un grand nombre de détecteurs à cristaux, les plus simples sont les plus recommandables ; la valeur de la matière détectrice qu'ils utilisent est de première importance. Du choix judicieux d'un détecteur dépend toujours la réussite d'essais de réception radiophonique; l'amateur avisé apportera donc le plus grand discernement dans l'acquisition de cet organe essentiel.

Le détecteur Duroquier, que représente la figure 89, est l'un des premiers détecteurs à cristaux utilisés en T. S. F. ; mis dans le commerce en 1911 il fit une concurrence si heureuse au détecteur électrolytique alors presque uniquement employé que ce dernier disparut peu à peu.

Notre détecteur possède un dispositif de réglage simple, à la fois robuste et souple. La vis de réglage habituellement utilisée pour modifier la pression des contacts rectifiants dans la plupart des détecteurs a été remplacée dans

celui-ci par un système de levier à rotule permettant d'obtenir instantanément une pression régulière tout à fait stable ainsi qu'une exploration rapide de toute la matière détectrice. Les cristaux sélectionnés fournis avec le détecteur Duroquier sont à régions sensibles très étendues rendant impossible un déréglage par trépidations ou par choc ; ces cristaux peuvent être retournés dans l'amalgame au cadmium

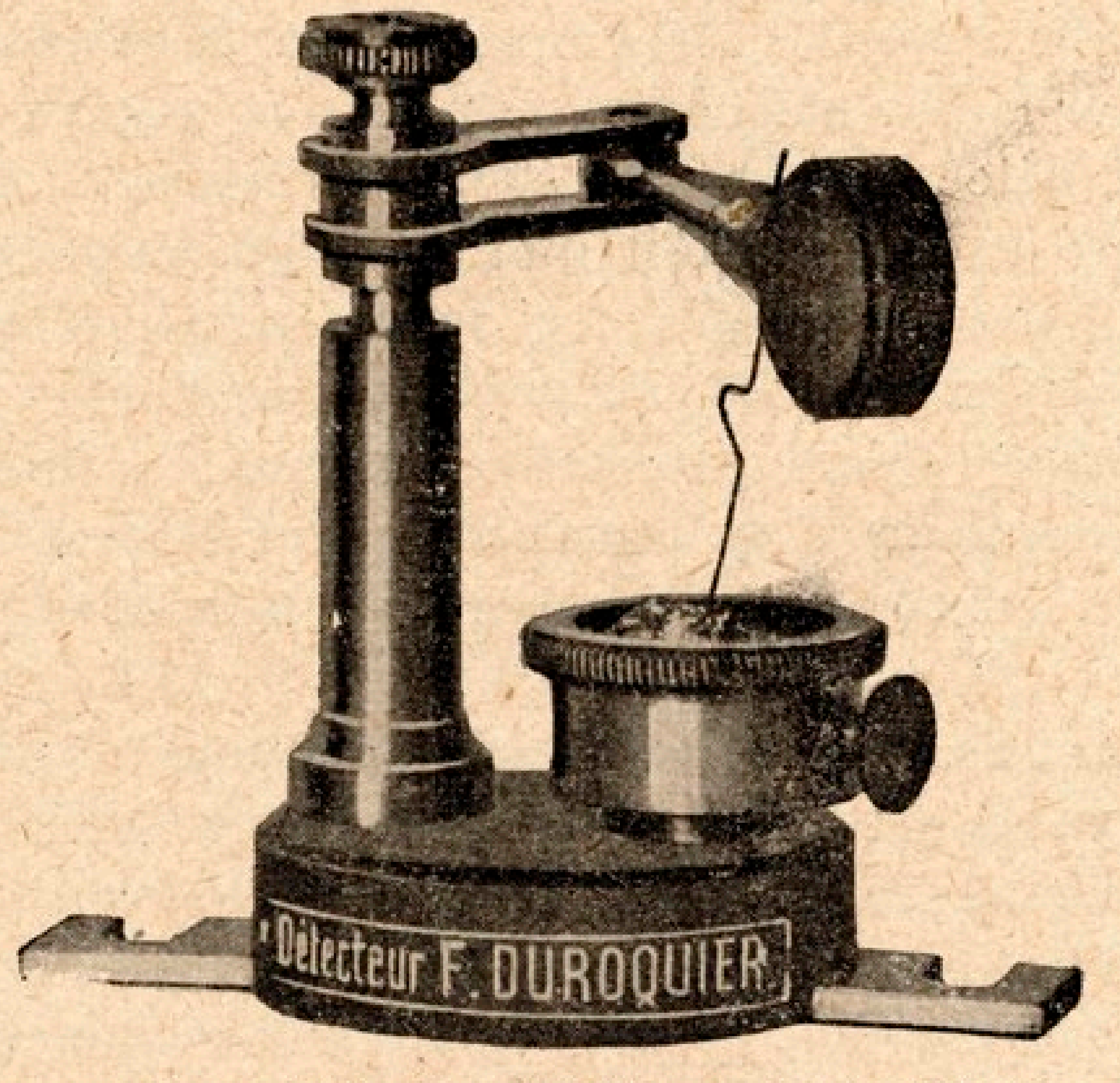


FIG. 89. — Détecteur F. Duroquier à cristaux.

qui les enchâsse ; ils peuvent être brisés et employés de nouveau, leur sensibilité n'étant pas seulement localisée en quelques points de la surface de la pastille, mais étant propriété de toute la matière détectrice.

L'extrême sensibilité des cristaux que nous sélectionnons nous-même les désigne tout particulièrement pour la réception de la téléphonie sans fil.

Voici pour l'amateur peu fortuné le moyen de confectionner sans frais un détecteur de fortune :

Sur une planchette de la dimension d'une carte à jouer, fixez deux bornes, après avoir préalablement placé sous l'une d'elles un ruban de cuivre de 3 ou 4 centimètres de longueur

et de un centimètre de largeur ; sous l'autre, un fil de laiton flexible qui vous servira de pointe de contact. Sur le ruban de cuivre, aplatissez légèrement une boulette de cire enrobée dans un morceau de papier d'étain qui vous servira à enchâsser commodément votre matière détectrice.

Prenez maintenant un morceau de plomb, fraîchement coupé, que vous enfermerez dix minutes dans un flacon où vous aurez brûlé deux ou trois allumettes soufrées ; fixez ensuite, en appuyant délicatement, ce fragment de plomb sulfuré sur la boulette métallisée et vous n'aurez plus, pour avoir un détecteur sensible, qu'à mettre en contact léger l'extrémité du fil fin de laiton et la pastille de plomb.

Un cristal de pyrite de fer, de cuivre ou de galène, un morceau de sulfure de plomb obtenu artificiellement par la combinaison à chaud, dans un tube à essai, de volumes égaux de soufre en fleur et de limaille de plomb, vous fourniront également des contacts détecteurs bien sensibles.

Téléphones. — La nature des téléphones employés en T. S. F. varie suivant les détecteurs avec lesquels ils sont montés ; les détecteurs à cristaux s'accommodent de téléphones de 200 à 500 ohms de résistance, à condition de shunter ces écouteurs au moyen d'un petit condensateur fixe de 1 à 2 millièmes de microfarad de capacité.

Pour des appareils à lampes, ces téléphones seraient insuffisants et il est préférable d'adopter des écouteurs ayant des enroulements polaires plus importants.

Nous avons personnellement adopté pour nos téléphones — type « *radio-concert* » — un bobinage à spirale légèrement allongée en fil de cuivre électrolytique relativement gros et soigneusement isolé, présentant une résistance ohmique de 1.000 ohms par bobine, c'est-à-dire une résistance totale de 4.000 ohms pour un casque radiophonique à deux écouteurs.

Ces écouteurs (*fig.* 90) sont extrêmement robustes et d'une très grande sensibilité ; ils fonctionnent également bien avec détecteurs à cristaux ou appareils à lampes.

C'est une erreur de croire que la sensibilité d'un écouteur de téléphonie sans fil dépend de sa résistance ohmique.

La résistance ne joue, par elle-même, qu'un rôle très secondaire dans les téléphones ; elle n'est que la conséquence du grand nombre de tours de fil (ampères-tours) qui recouvrent les pièces polaires.

Toutes choses égales, c'est le fil de cuivre qui assure aux écouteurs téléphoniques le maximum de sensibilité, encore faut-il que ce fil ait un diamètre suffisant et ne soit pas bobiné à une distance trop éloignée de l'axe des noyaux magnétiques. Ce serait donc une erreur de multiplier outre mesure le nombre d'ampères-tours ou d'employer du fil à très grande résistance, maillechort, constantan, ferro-nickel, comme le font certains constructeurs peu consciencieux, pour donner aux téléphones une apparence de haute sensibilité. Les amateurs de T. S. F. feront donc sagement de se renseigner sur la sensibilité des téléphones qu'ils désirent employer plutôt que sur la valeur de leur résistance.

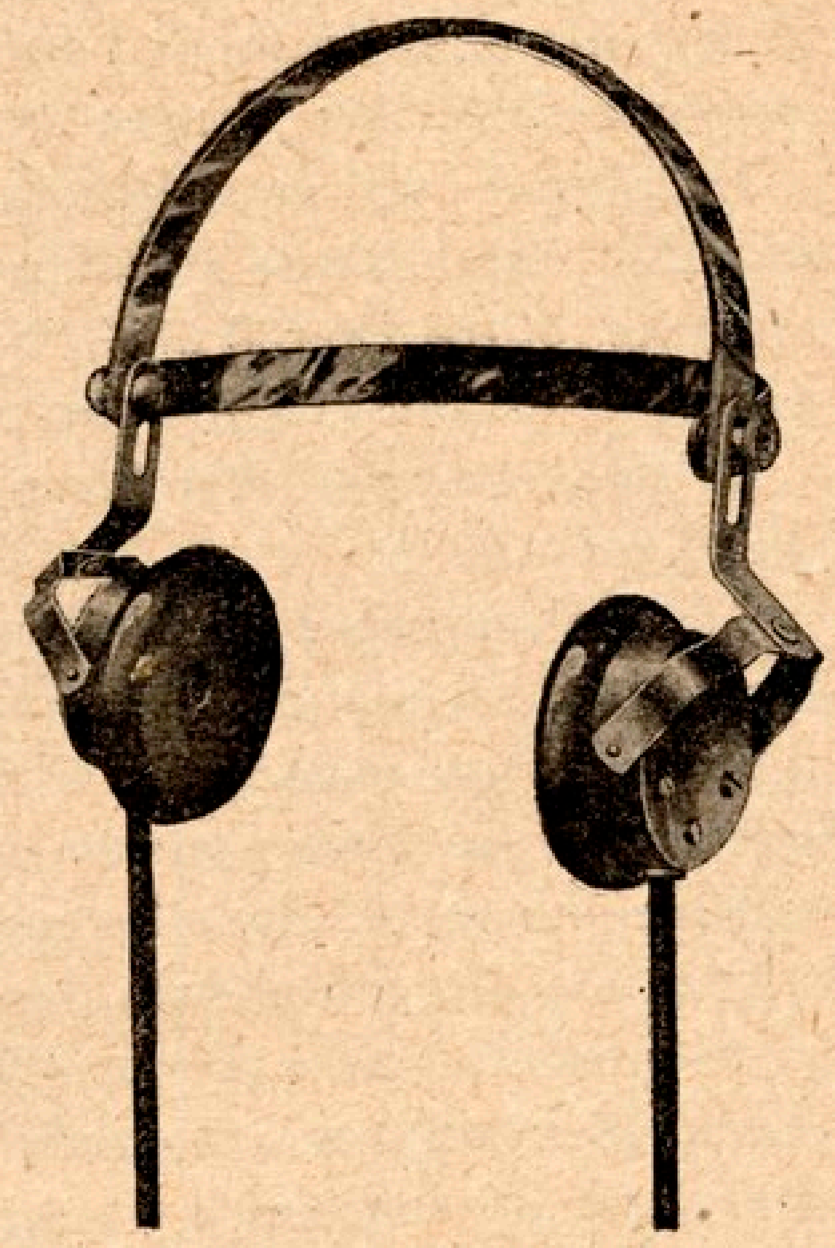


FIG. 90. — Casque radiophonique F. Duroquier type « radio-concert ».

La construction d'un téléphone destiné à la télégraphie sans fil est chose très délicate ; chaque écouteur doit être réglé séparément par une personne exercée disposant d'une antenne importante pour des essais sur émissions faibles très éloignées.

Les opérateurs devront toujours exiger de leur fournisseur des téléphones de marque à doubles aimants (ne pas confondre l'aimant avec les pièces polaires toujours au nombre de deux, même lorsque l'écouteur ne possède qu'un seul

aimant). Les aimants ont habituellement la forme d'un 8 plus ou moins fermé ou d'un fer à cheval et ils occupent le fond de la boîte métallique de l'écouteur ; ces aimants devront être en bon acier et être aimantés à saturation.

La plaque vibrante en tôle de Suède sera le plus mince possible, mais d'une résistance proportionnée à la force des aimants (entre 22/100 et 30/100 de millimètre) ; elle sera aussi rapprochée que possible des pièces polaires.

Cette plaque doit être bloquée entre le pavillon et le boitier du téléphone.

Le cordon souple d'un téléphone de T. S. F. ne doit présenter qu'une résistance insignifiante et ne posséder aucune self-induction ; en conséquence, il sera fait de fil de cuivre très souple, tressé mais non enroulé sur lui-même en boudinette, comme cela existe dans les cordons bon marché.

Il existe des téléphones de télégraphie sans fil à pièces polaires mobiles ou à plaque vibrante à éloignement variable. Nous déconseillons ces modèles qui sont très bons au début, mais qui deviennent à l'usage les plus mauvais par suite du jeu que détermine l'usure dans les organes de réglage.

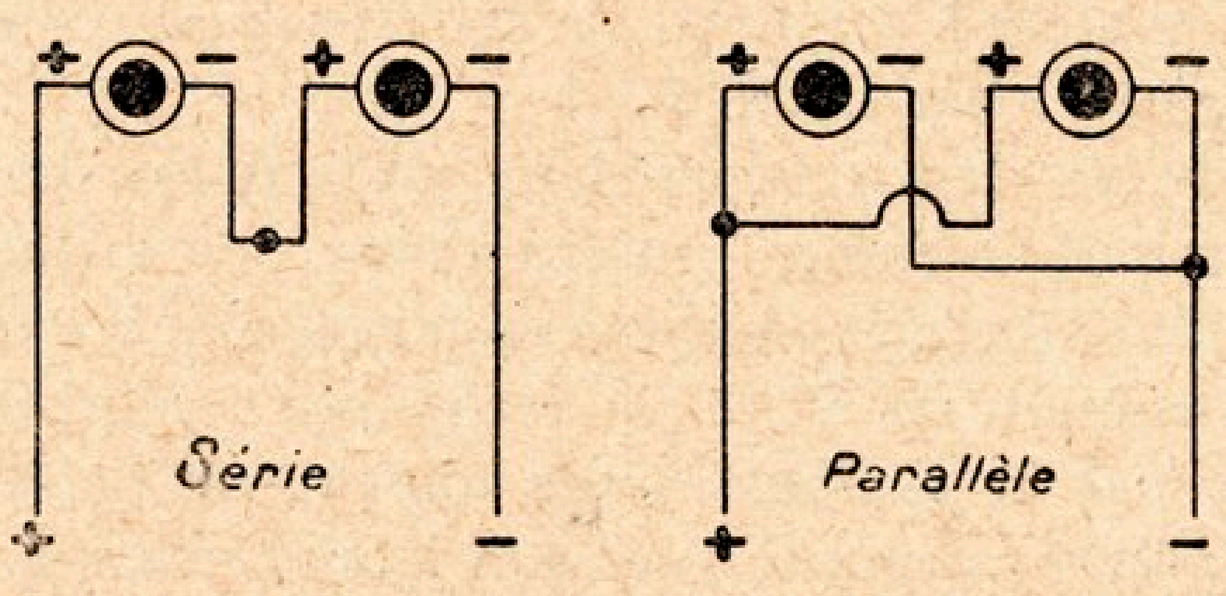


Fig. 91. — Montage de deux casques dans un circuit de réception.

Ajoutons que deux téléphones donnent une meilleure réception qu'un seul. Des essais comparatifs indiqueront, selon la résistance du détecteur employé et celle de chaque écouteur, s'il convient de grouper ces derniers en série ou en parallèle (*fig.* 91).

Le groupement en parallèle n'est favorable que si les téléphones ont exactement la même résistance. Si la valeur de cette

résistance diffère sensiblement d'un écouteur à l'autre, la plus grande partie du courant passe par celui qui est le moins résistant.

Avec détecteur à cristaux, on groupe habituellement en série les écouteurs dont la résistance est inférieure à 2.000 ohms et en parallèle ceux dont la résistance dépasse cette valeur.

Appareils d'accord et de réglage. — Nous avons vu dans la première partie de cet ouvrage qu'il était avantageux d'accorder les circuits de réception sur la longueur d'onde des émissions à capter; nous conseillons à l'amateur qui adoptera la réception par détecteur d'utiliser pour la réalisation de cet accord une bobine de self ordinaire de forme cylindrique à un ou deux curseurs. On trouve cet article dans le commerce à un prix raisonnable, mais on le construit aussi pour quelques francs en enroulant à tours jointifs 100 à 150 mètres de fil de cuivre de 7/10 de millimètre de diamètre, isolé au coton ou à l'émail sur un tube de carton fort de 30 centimètres de hauteur et 10 centimètres de diamètre.

Il est indispensable, pour éviter un déroulement accidentel, de bien serrer le fil sur la carcasse de carton et de le nouer à l'entrée et à la sortie.

L'enroulement terminé, on le recouvre d'une couche de vernis à la gomme laque (gomme laque dissoute dans un peu d'alcool à brûler); puis, à l'aide d'une lame de canif, on dénude légèrement les spires de la bobine selon une génératrice. Un curseur de laiton ayant la forme d'une très longue pince de cycliste, en glissant le long de cette génératrice, permettra ensuite d'utiliser la portion de fil nécessaire pour obtenir un bon accord de l'antenne.

On ajoute un ou deux curseurs supplémentaires (*fig.* 92) suivant le dispositif d'accord à réaliser.

Lorsqu'on n'a pas sous la main un tube de carton convenable, il est facile d'en fabriquer un soi-même : pour cela, on enroule autour d'une bouteille cylindrique (un litre) ou d'un mandrin de bois convenablement calibré, une bande de 2 à

3 mètres de papier d'emballage à laquelle on donne comme largeur la hauteur que devra avoir le tube; on répand entre chaque tour de la bande de papier une couche peu épaisse de colle forte.

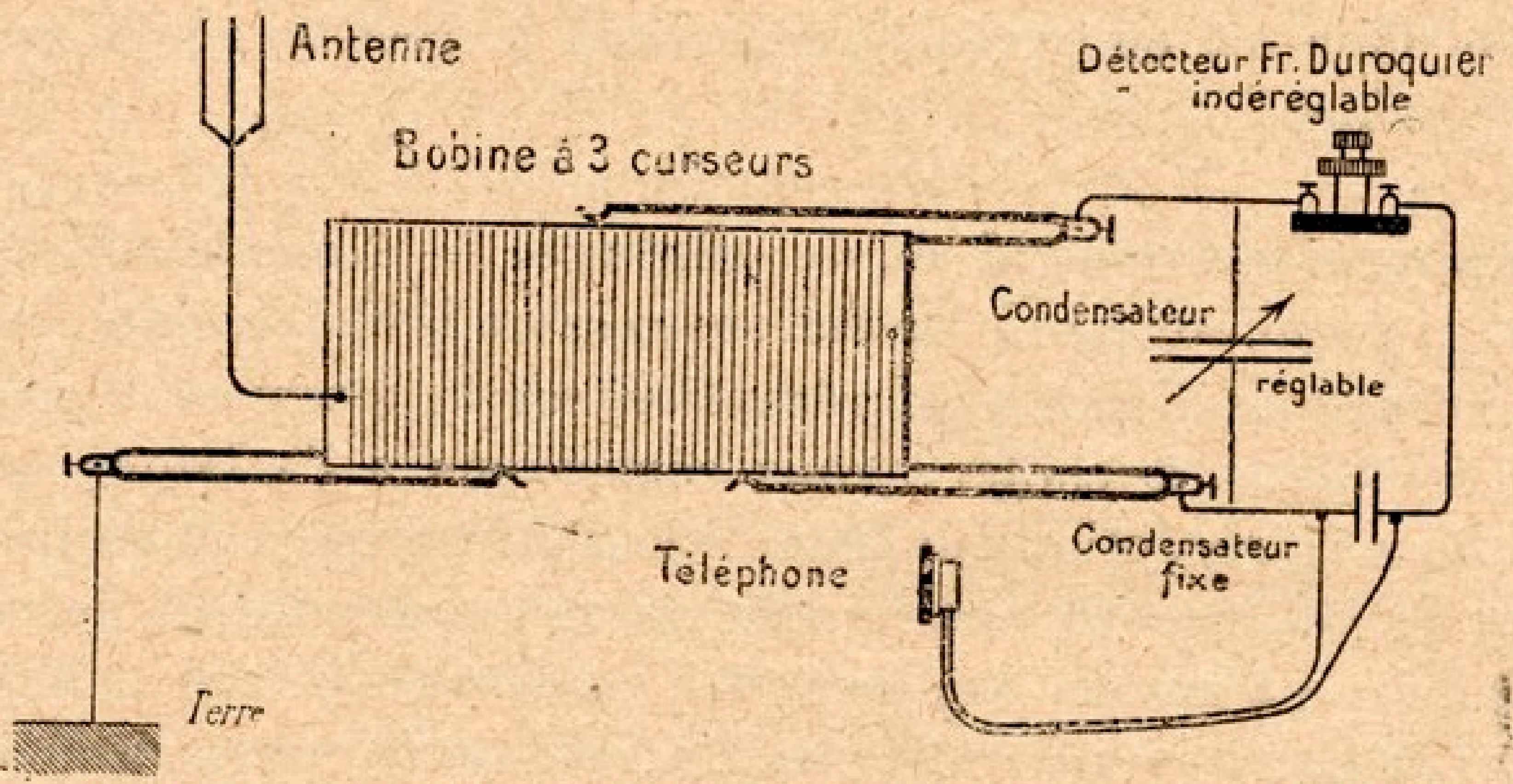


FIG. 92. — Schéma de montage sur bobine à trois curseurs.

L'enroulement de la bande doit se faire très serré; il sera maintenu par une bonne ligature sur la bouteille ou le mandrin pendant quarante-huit heures pour le séchage. On le recouvrira ensuite d'une bonne couche de vernis.

La bobine de self à un ou deux curseurs est un appareil d'accord très suffisant dans la plupart des cas; cependant, lorsqu'une réception est troublée par des signaux émis sur longueur d'onde voisine de celle de l'émission écoutée, il est indispensable de réaliser un accord très précis, ce qu'on obtient par l'emploi d'un transformateur d'induction.

Les deux enroulements d'un transformateur d'induction ne sont autre chose que deux bobines de self et ils se construisent selon les indications précédentes (*fig.* 93).

Le primaire est avantageusement constitué par 21 mètres de fil de cuivre isolé de 8/10 de millimètre de diamètre, enroulés sur une carcasse de carton de 5 centimètres de hauteur et de 14 centimètres de diamètre.

Le secondaire, qui doit pouvoir se déplacer à l'intérieur du primaire est constitué par 100 mètres de fil de cuivre isolé

de 5/10 de millimètre de diamètre, enroulés sur un tube de carton de 11 centimètres de diamètre et 20 centimètres de hauteur.

Il est commode de faire supporter les deux bobines du transformateur par une petite potence à bras long sur lequel on les fait glisser dans la position voulue.

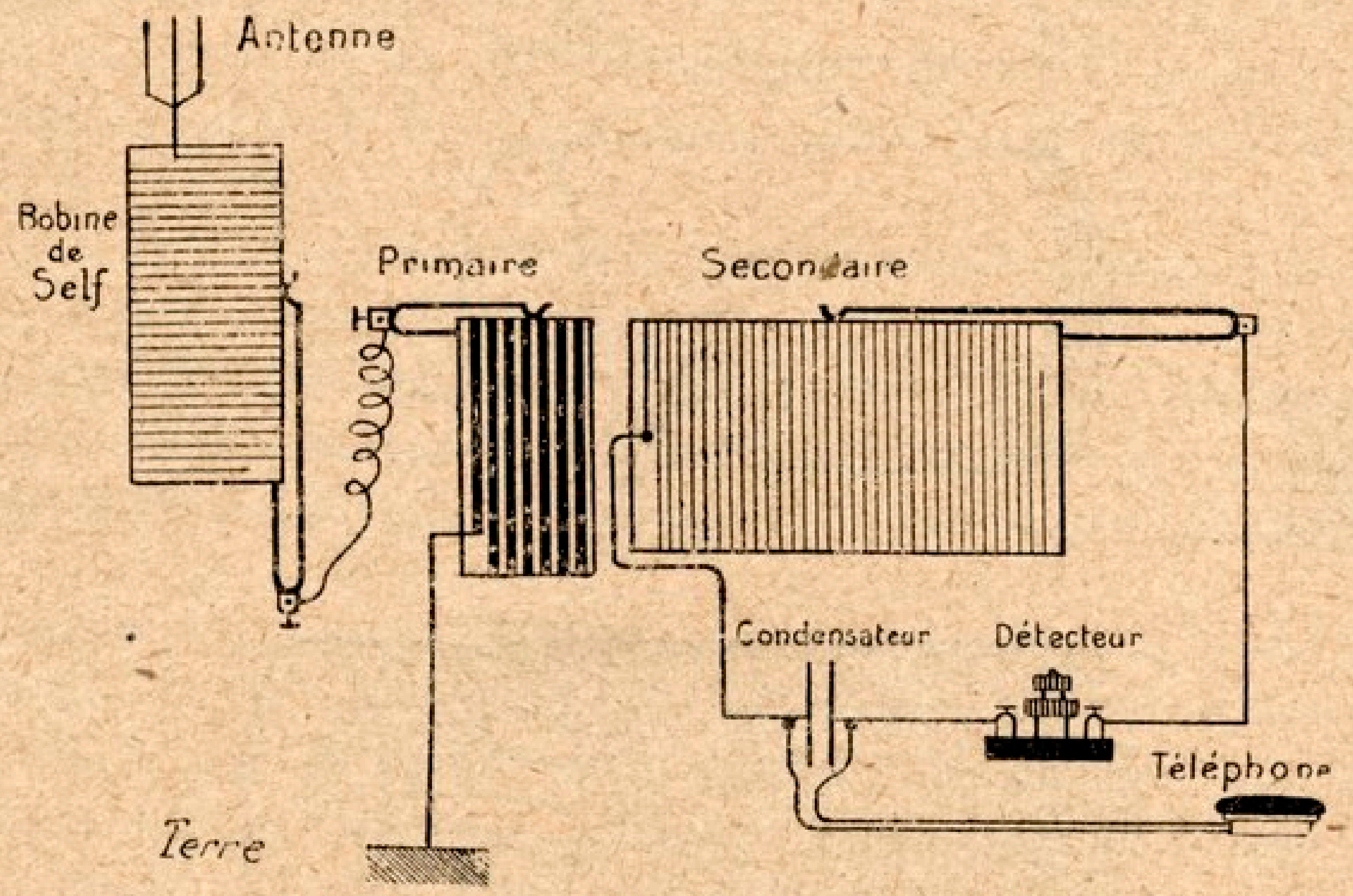


FIG. 93. — Schéma de montage avec transformateur d'induction.

Nous avons réalisé un transformateur moins encombrant et d'un rendement parfait en donnant à la bobine primaire les dimensions suivantes : hauteur, 12 centimètres ; diamètre, 11 centimètres ; enroulement en fil de cuivre 9/10 isolé à la soie et verni à la gomme laque et à la bobine secondaire, la même hauteur avec un diamètre de 9 centimètres et demi, enroulement à fil de cuivre isolé à la soie de 35/100 de millimètre de diamètre, également gomme-laqué.

Nous avons remplacé, pour le réglage de la bobine induite, le curseur par un jeu de plots correspondant à un fractionnement de l'enroulement de 20 spires en 20 spires.

Quelques clous à tapisser, à tête ronde en cuivre, constituent un très bon jeu de plots.

La figure 94 pourra servir de guide utile pour la construc-

tion rapide et sans frais d'un excellent transformateur d'induction.

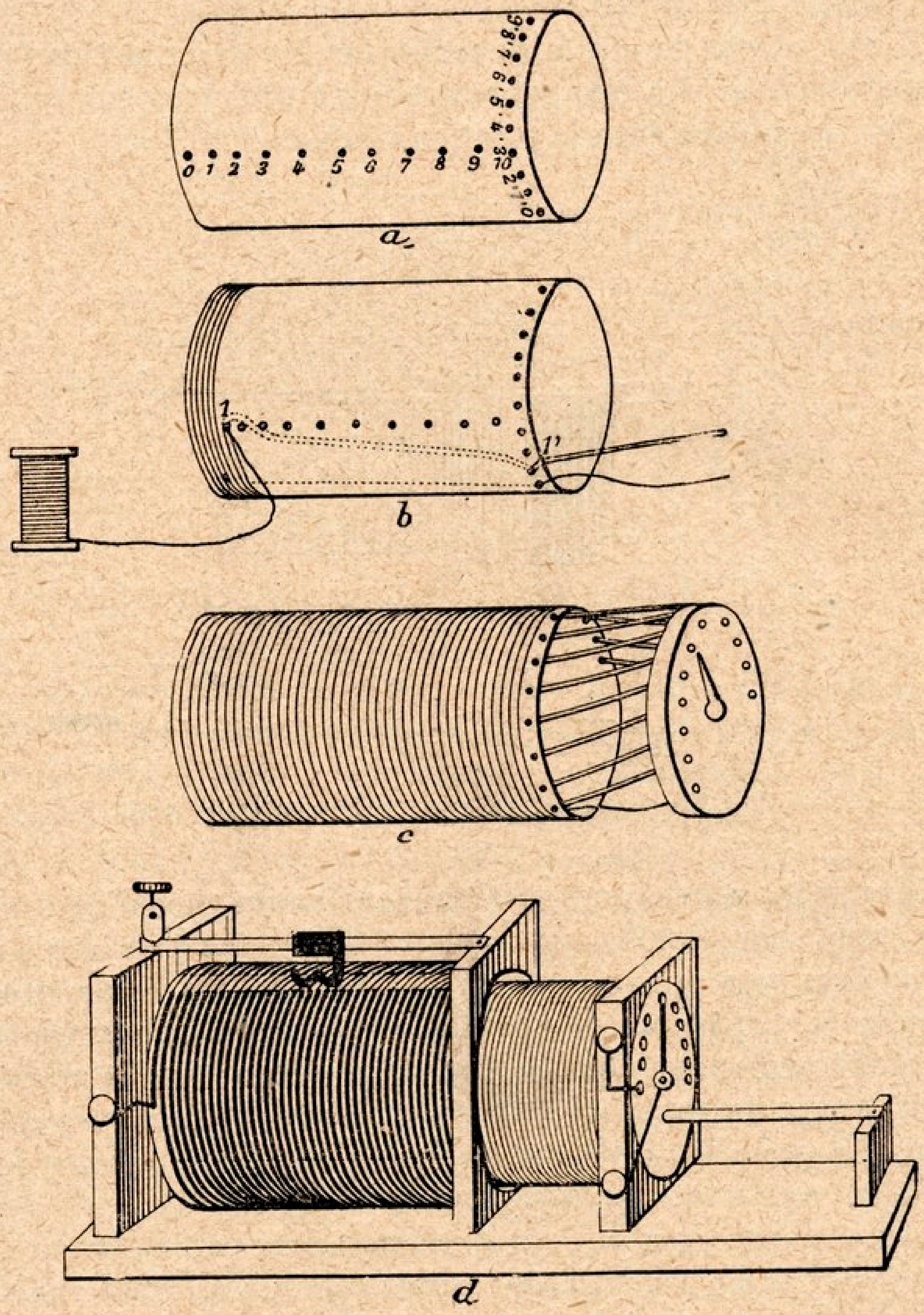


FIG. 94. — Construction d'un transformateur d'induction.

Le croquis *a* représente la carcasse de carton de l'enroulement secondaire sur laquelle ont été percés, suivant une

génératrice, une série de trous équidistants destinés au passage et au fixage du fil induit après chaque vingtième spire.

Le croquis *b* montre la disposition de l'induit après achèvement du premier fractionnement; le fil, replié sur lui-même en une longue boucle de 18 centimètres environ, a été passé par le trou 1 placé sur la génératrice, noué au trou 1' au bord de la carcasse et dénudé à l'extrémité de la boucle pour une connexion parfaite avec le plot sous lequel le fil sera plus tard fixé.

Le croquis *c* représente la bobine secondaire presque terminée; il ne reste plus qu'à boucher l'orifice de la carcasse avec le disque de bois sur lequel a été disposé le jeu de plots.

Le croquis *d* montre enfin le transformateur terminé et la disposition des principales connexions.

Condensateurs. — Les condensateurs fixes figurant sur les schémas de montage qui précèdent sont constitués par six feuilles 4 × 3 de papier d'étain isolées entre elles par une carte de bristol mince paraffinée et reliées par paires et impaires aux connexions indiquées.

Quatre feuilles de papier d'étain ayant 4 × 3 centimètres de surface (deux par armature) isolées entre elles par une feuille mince de papier calque verni, et solidement pressées entre deux planchettes de bois ou d'ébonite, constituent un condensateur ayant une capacité d'environ un millième de microfarad.

Deux condensateurs de 1 microfarad montés *en parallèle* équivalent à un condensateur de 2 microfarads; montés *en série*, ils ne réalisent plus qu'une capacité de 1/2 microfarad.

On trouve dans le commerce des condensateurs fixes de toutes capacités, l'amateur qui ne pourra ou ne voudra confectionner lui-même ces petits accessoires aura intérêt à utiliser des condensateurs robustes, à diélectrique de mica, soigneusement étalonnés. Les condensateurs Duroquier sont aéto aunnlo pont de Sauty, ils sont à dialectrique de mica de première qualité; leurs armatures métalliques forment corps

avec le diélectrique, rendant impossible toute variation de capacité par suite de la déformation de l'isolant.

La construction d'un condensateur à capacité variable est une opération plus difficile que la construction d'un condensateur fixe, elle n'est pas cependant au-dessus des moyens d'un amateur habile.

On construit très simplement un condensateur réglable en tapissant de papier d'étain l'intérieur d'un tube en verre de 7 à 8 centimètres de longueur et de 4 centimètres de diamètre (verre de lampe pour bec de 15″) et en faisant coulisser sur ce tube un manchon métallique (tube de cuivre ou étui de fer-blanc) ayant à peu près les mêmes dimensions.

Deux feuilles de zinc ou de cuivre de 10 centimètres de largeur et 15 à 20 centimètres de longueur séparées par une feuille de papier pelure ou de toile d'architecte et glissant l'une sur l'autre constituent un condensateur variable de fortune, d'une capacité de 1 millième de microfarad environ.

Un condensateur réglable assez précis peut être constitué au moyen de deux blocs de lames de zinc, d'aluminium ou de cuivre ayant chacune environ 10 × 12 centimètres de surface et sur un côté desquelles est collée à chaud une feuille de sparadrap officinal qu'on trouve chez tous les pharmaciens. Chaque lame, pour être reliée avec les autres est percée d'un trou où s'engage une longue vis à borne. Entre chaque plaque est intercalée vers l'extrémité qui porte le trou, une bande de carton un peu plus épaisse que la lame, de manière à ce que l'espace libre entre deux plaques soit suffisant pour loger à frottement doux une des lames du bloc opposé.

La liaison électrique des plaques de chaque bloc est assurée par une soudure et une petite bande métallique appliquée sur le bord de chaque bloc du côté de la borne.

Il suffit d'engager plus ou moins les deux jeux de lames l'un dans l'autre pour donner au condensateur une capacité plus ou moins importante.

On peut donner, si on le préfère, une forme demi-circulaire aux armatures et réaliser un condensateur réglable par

rotation d'une de ces armatures (Voir les détails de construction d'un condensateur variable rotatif dans *La T. S. F. des Amateurs*).

Nous recommanderons aux amateurs qui préféreraient acheter leur condensateur variable dans le commerce, d'arrêter leur choix sur un appareil robuste ayant ses armatures logées dans un boisseau métallique ou dans un coffret en ébénisterie ; qu'ils se gardent de faire l'acquisition de condensateurs d'occasion ou de ces appareils à bas prix montés hâtivement avec des matériaux défectueux et qui perdent toute valeur à l'usage.

Principales combinaisons de montage d'appareils récepteurs de T. S. F. utilisant un détecteur à cristaux. — L'ajustement des appareils récepteurs peut varier presque à l'infini sur une table de réception de T. S. F. ; la valeur des mêmes procédés de montage diffère sensiblement suivant les appareils employés et le caractère des émissions à recevoir.

Ainsi, un condensateur variable en dérivation aux bornes d'un détecteur à galène n'ajoutera aucun bénéfice à la réception et sera même à peu près inutilisable; il améliorera, au contraire, le rendement d'un détecteur plus résistant.

Monté aux bornes d'un téléphone de grande résistance, un condensateur fixe n'a pas grande utilité; il est presque indispensable aux bornes d'un écouteur de faible résistance.

Quelques émissions sont favorablement reçues sur couplage très lâche, à d'autres convient mieux un couplage serré.

Nous conseillons aux opérateurs de T. S. F. de se livrer à des recherches et à des essais de ce genre ; ils seront parfois étonnés du résultat obtenu.

L'étude des diverses combinaisons de montage des appareils récepteurs de T. S. F. est la plus attrayante des distractions que procurent à un amateur curieux la radiotélégraphie et la radiophonie; *aussi doit-on préférer aux appareils tout montés qui coûtent cher et demeurent rivès à un montage unique, des dispositifs plus pratiques qu'on réalise économi-*

quement soi-même et qu'on modifie à sa guise en utilisant des accessoires détachés de bonne marque.

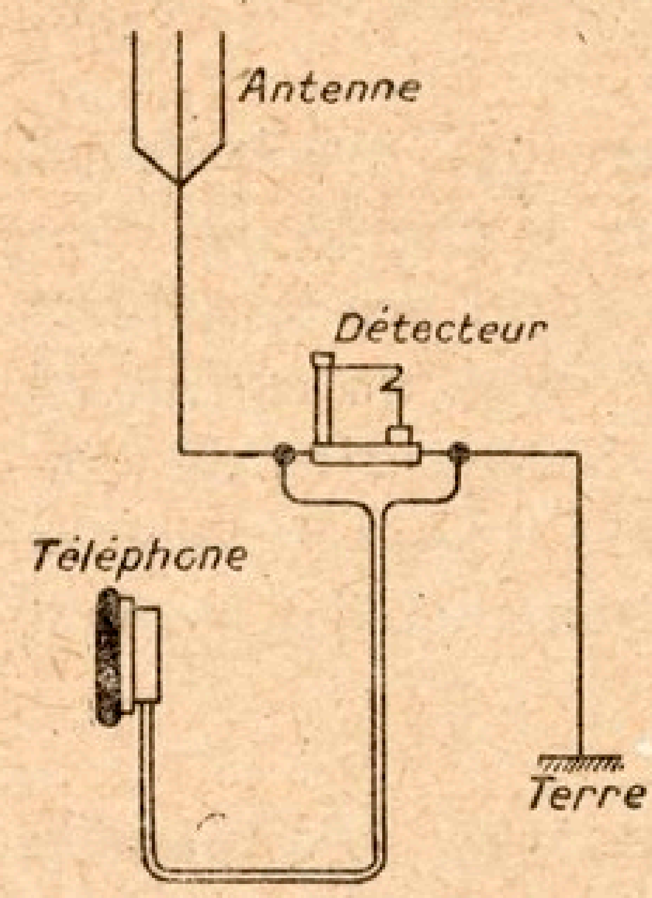


Fig. 95. — Le plus simple des montages avec détecteur à cristaux.

Le plus simple des montages de réception est représenté par le schéma de la figure 95 ; il comprend seulement un détecteur et un écouteur téléphonique montés en parallèle entre l'antenne et la terre. A moins que d'être utilisé au voisinage immédiat de l'émission, ce dispositif ne donne qu'une audition médiocre de la radiophonie.

On améliore cependant son rendement en accordant le collecteur d'ondes, au moyen d'une bobine de self, sur la longueur d'ondes du poste émetteur (*fig.* 96). Sur aérien de grande dimension, un tel

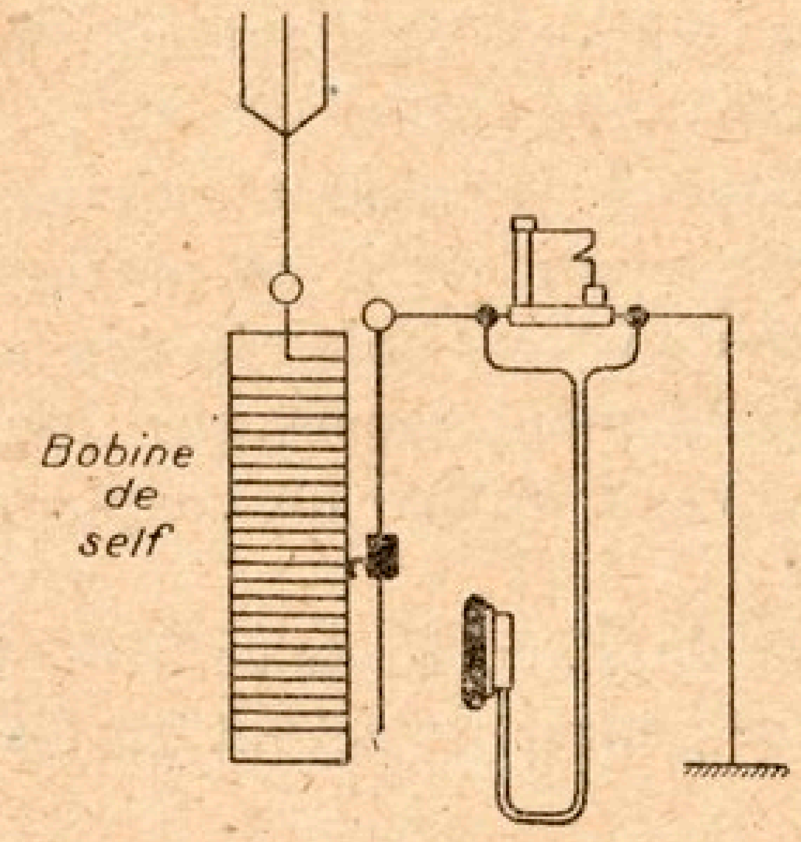


Fig. 96. — Montage élémentaire sur antenne accordée.

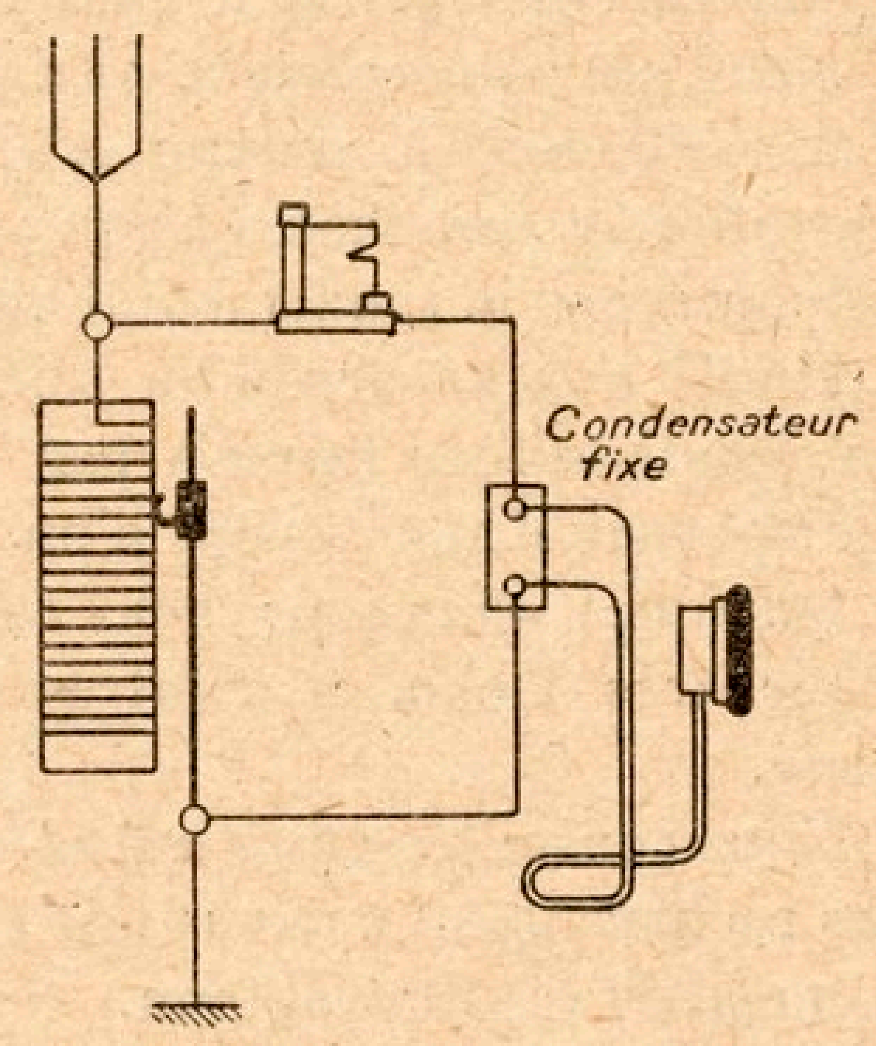


Fig. 97. — Montage en dérivation sur antenne accordée.

montage peut fonctionner jusqu'à une cinquantaine de kilomètres de Paris pour l'écoute des émissions radiophoniques des stations de la Tour Eiffel et de Radiola.

Le montage en dérivation selon le schéma de la figure 97

est une amélioration du dispositif précédent. Ici le circuit antenne-terre et le circuit détecteur se trouvent tous les deux à peu près accordés grâce à la self de réglage commune aux deux circuits et le dispositif peut être utilisé dans un rayon de 200 kilomètres pour une audition faible au casque téléphonique des émissions susmentionnées, on utilisera avec lui une antenne à plusieurs brins bien dégagée et d'une trentaine de mètres de longueur.

Le montage de la figure 98 est équivalent au précédent quant à la puissance de l'audition fournie; mais il est plus sélectif et permet d'éliminer des signaux perturbateurs émis sur une longueur d'ondes voisine de celle utilisée pour l'émission écoutée. Les deux circuits antenne-terre et détecteur sont, en effet, nettement différents et peuvent être accordés séparément en meilleure syntonie avec les ondes à recevoir. Le prix d'une bobine à deux curseurs n'étant que de très peu supérieur au prix d'une bobine à un curseur, l'amateur aura avantage à adopter ce modèle.

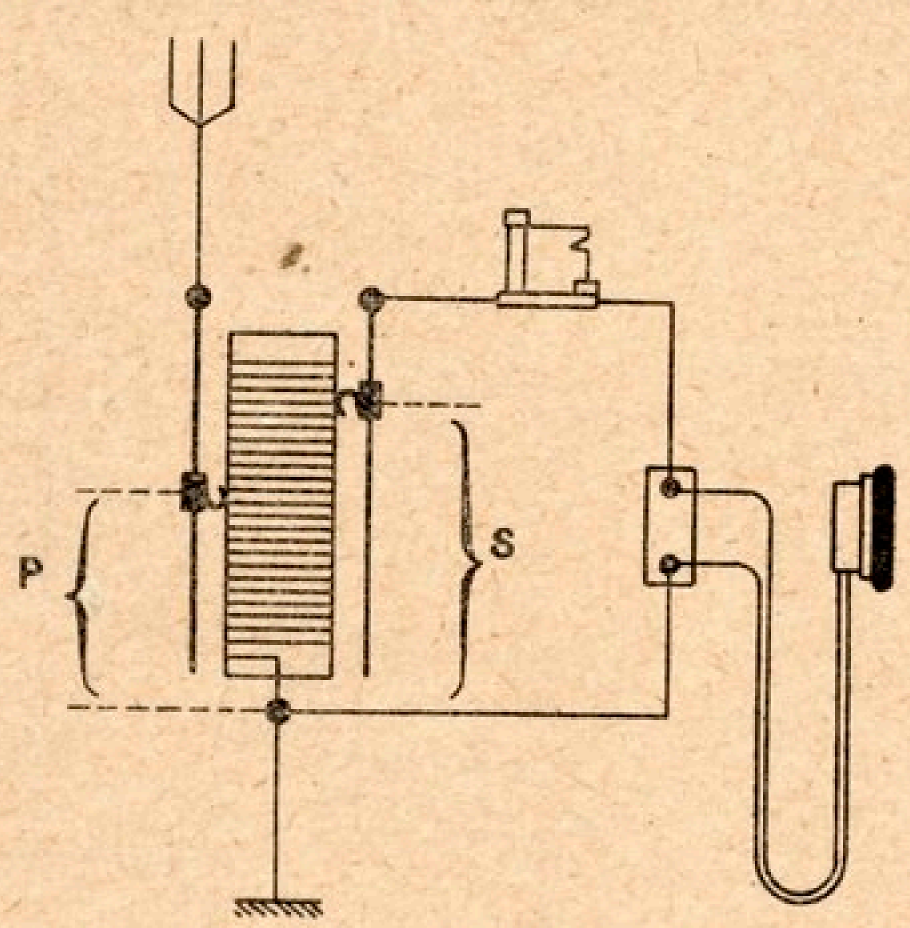


Fig. 98. — Montage avec bobine de self à deux curseurs.

L'utilisation du montage avec bobine à deux curseurs est très simple : on règle d'abord le nombre des spires insérées dans le circuit d'antenne ou primaire (P), en déplaçant plus ou moins le curseur relié à l'antenne; ce réglage se fait approximativement d'après la longueur d'ondes connue. Ensuite on accorde le circuit détecteur ou secondaire S en y insérant, par le jeu du curseur, un nombre de spires suffisant pour que les deux circuits P et S soient en accord.

Comme le circuit primaire comprend, en plus de la portion de self P, l'antenne collectrice, il est évident que le secon-

daire devra, pour être accordé avec lui, comprendre un plus grand nombre de spires de la bobine de self, aussi le curseur de droite sera-t-il toujours placé au-dessus du curseur de gauche.

Un enroulement formé par quelques galettes plates (*fig.* 99) peut remplacer la bobine à curseur comme dispositif d'accord ; dans ce cas, l'appoint d'une capacité variable en

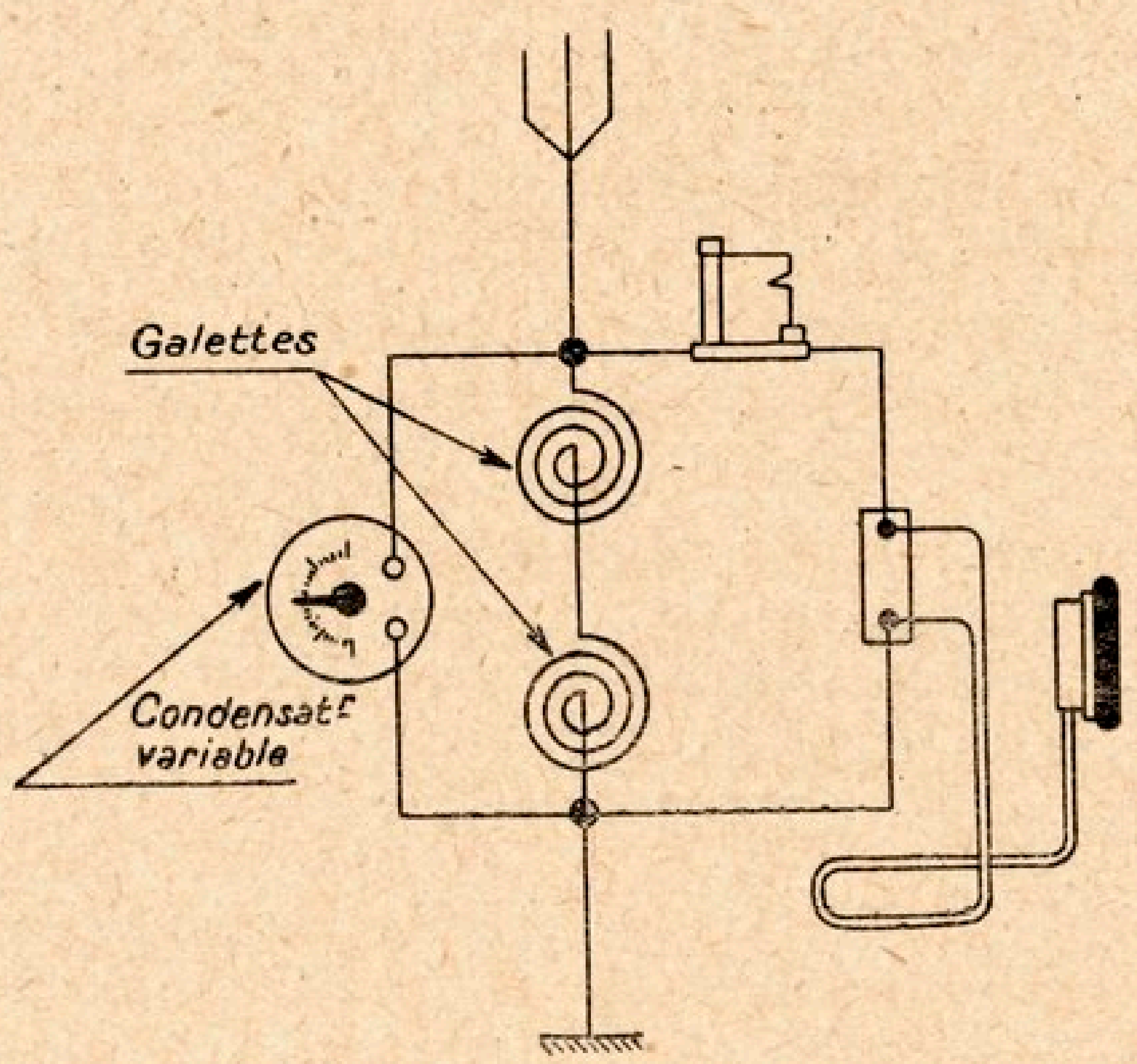


Fig. 99. — Récepteur accordé au moyen de self en galette.

dérivation sur l'enroulement est indispensable pour obtenir un réglage précis, à moins d'utiliser une galette fractionnée commandée par un jeu de plots.

On trouve dans le commerce cent variétés d'inductances en galettes ; la meilleure est celle qui se présente sous l'aspect d'une toile d'araignée et que nous avons baptisée *fond de panier* dans une de nos chroniques de *La Nature* en 1920, nom qui lui est resté et sous lequel ce type d'inductance si pratique est maintenant désigné dans le commerce. Nous reviendrons longuement dans le chapitre suivant sur l'utilisation des *fonds de panier* pour la réalisation économique des circuits oscillants de réception.

La réception des ondes courtes sur détecteur à cristaux est

assez difficile à grande distance. On se heurte, en effet, à un double écueil : impossibilité de donner à l'antenne de grandes dimensions sous peine de ne pouvoir l'accorder sur la longueur d'ondes à recevoir et impossibilité d'obtenir une audition perceptible avec un détecteur à cristaux sur un petit collecteur d'ondes, surtout pour des émissions rayonnant une énergie assez faible.

Lorsqu'on n'est pas très éloigné de la station émettant sur ondes courtes et qu'un aérien de petites dimensions est susceptible de recueillir une énergie suffisante, une bonne audition peut être obtenue en utilisant comme dispositif d'accord un appareil à enroulements réactifs montés en série connu sous le nom de variomètre (*fig*. 100). Le variomètre est un organe assez délicat qu'il est préférable d'acheter dans une maison d'accessoires de T. S. F. On peut néanmoins en confectionner un à peu de frais au moyen de deux galettes *fonds de panier* montées suivant le schéma de la figure 101 et disposées sur un support permettant de les faire glisser l'une sur l'autre. (On trouvera dans *La T. S. F. des Amateurs* des détails plus

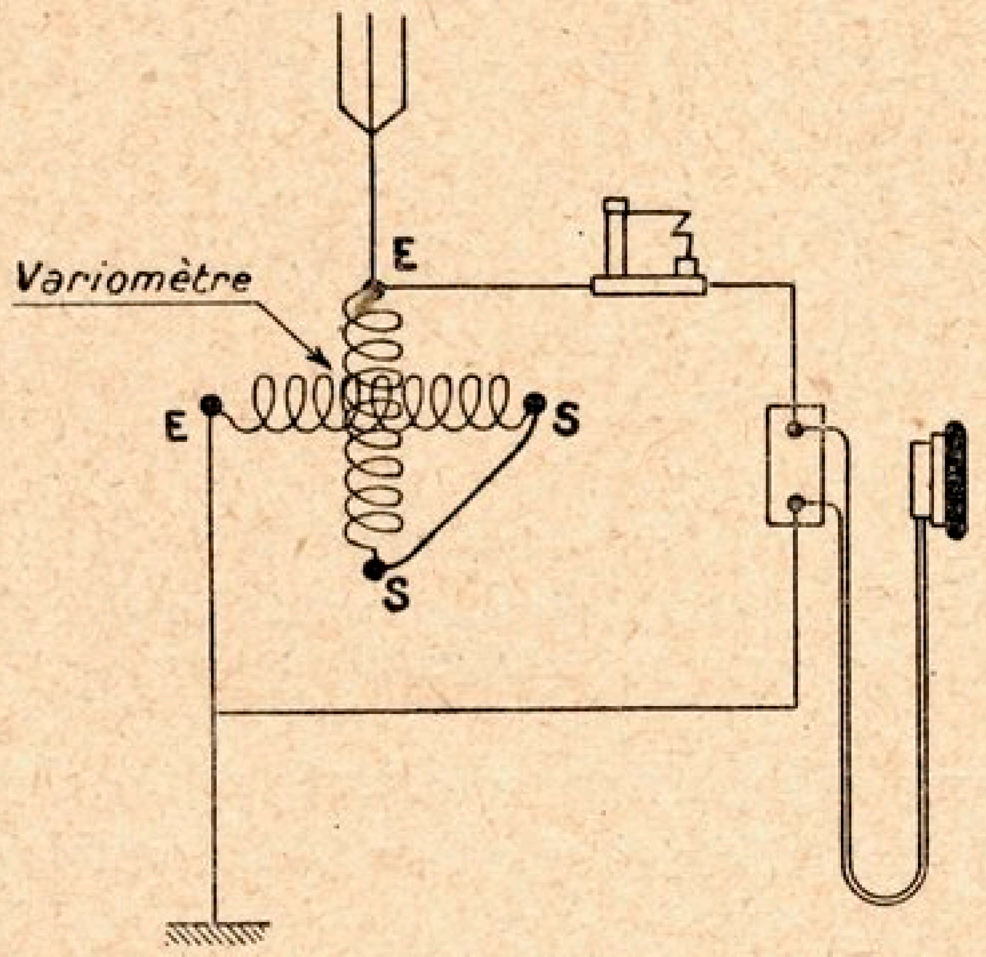


Fig. 100. — Récepteur accordé par variomètre pour la réception des ondes courtes.

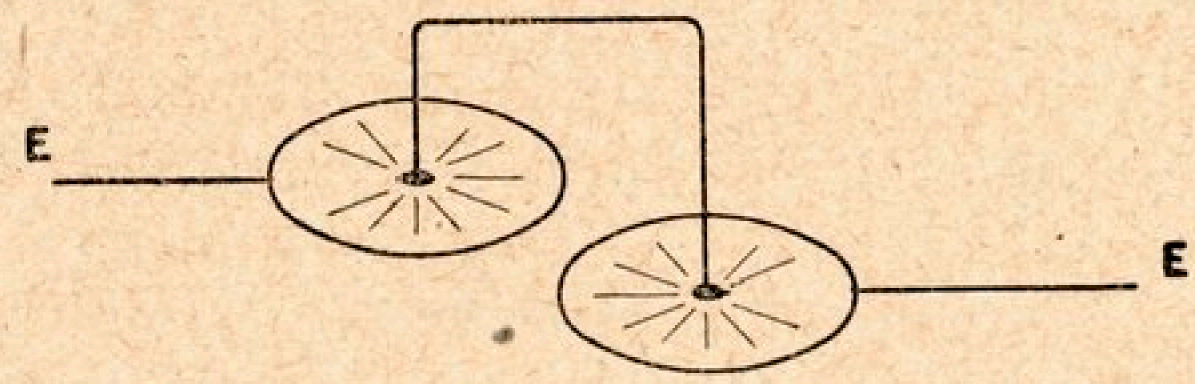


Fig. 101. — Galettes « fonds de paniers » montées en variomètre.

complets pour la construction et l'utilisation d'un variomètre.

Les montages dont nous avons parlé jusqu'ici sont ceux que les amateurs adopteront le plus souvent pour leur réception avec détecteur à cristaux ; il existe un grand nombre d'autres montages qui conviennent à des cas particuliers, nous en mentionnerons quelques-uns pour référence.

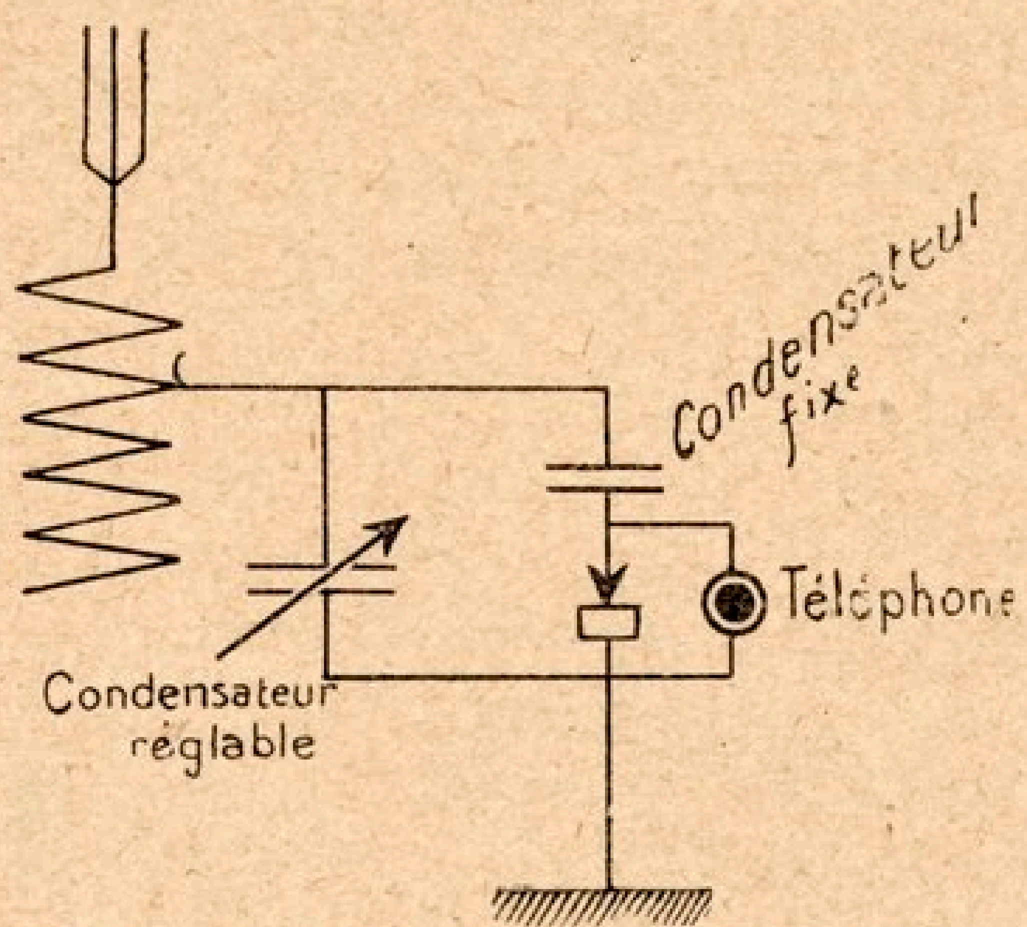


Fig. 102. — Montage avec bobine à un curseur et condensateur variable.

Le montage de la figure 102 donne une bonne intensité d'audition, mais ne permet pas une élimination suffisante des émissions parasites.

Le schéma de la figure 103 utilise une bobine à deux cur-

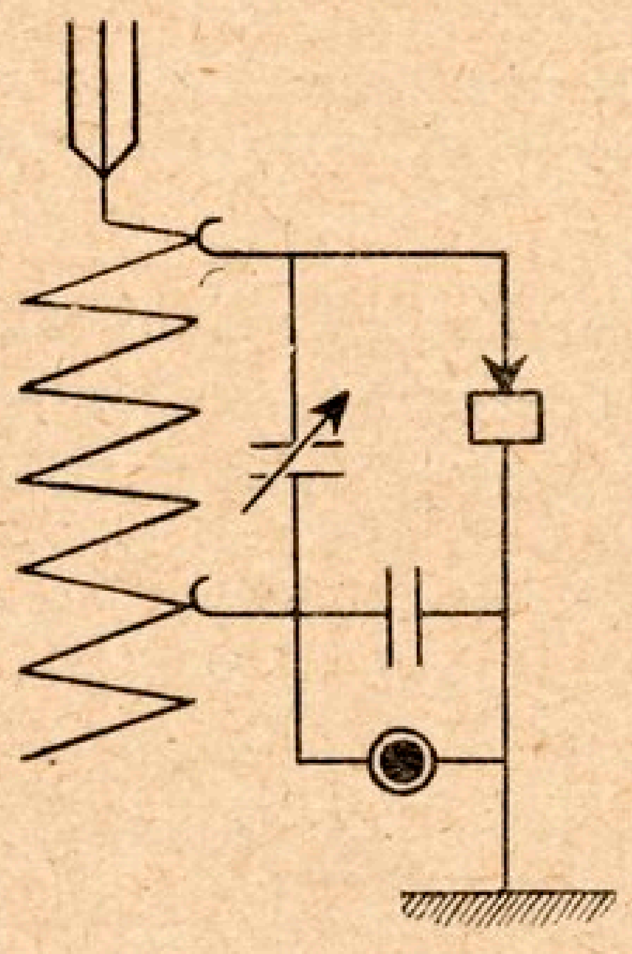


Fig. 103. — Montage avec bobine à deux curseurs et condensateur variable.

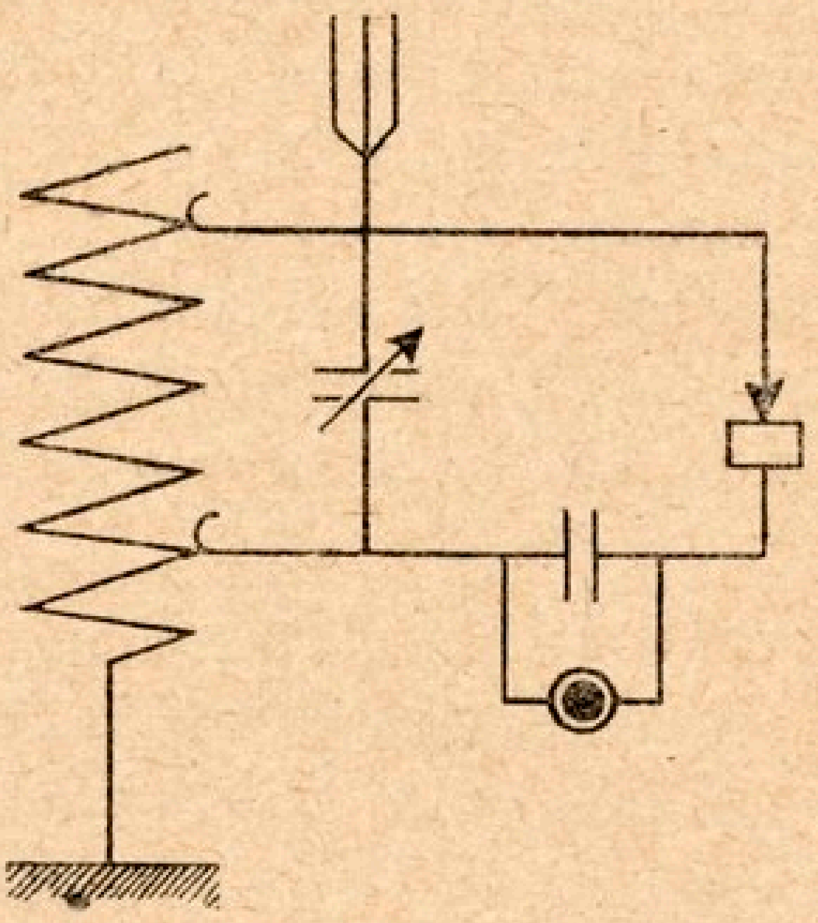


Fig. 104. — Autre montage avec bobine à deux curseurs et condensateur variable.

seurs; il permet d'atteindre les ondes de moyenne longueur avec une petite bobine de self grâce à l'appoint d'un conden-

sateur variable en dérivation sur la self. Lorsqu'on utilise un détecteur à résistance élevée, par exemple le détecteur zincite-chalcopyrite, il y a avantage à monter le téléphone en dérivation sur le détecteur comme dans le schéma de la figure 102 ; le schéma 103 convient mieux pour un détecteur à faible résistance comme le détecteur à galène.

La combinaison de la figure 104 est meilleure que les combinaisons précédentes ; elle donne une audition plus forte.

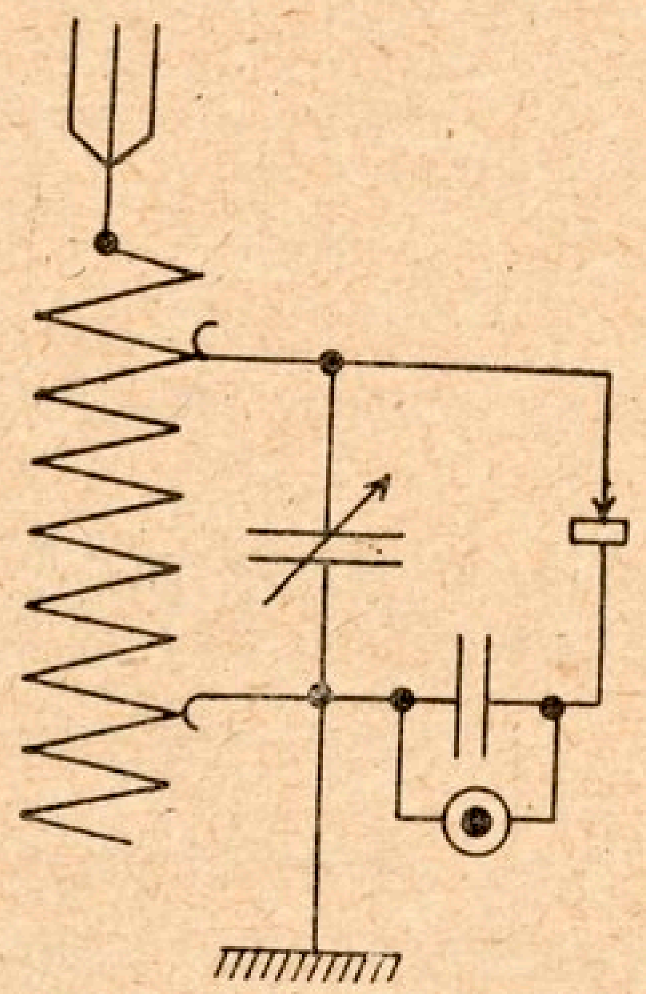


Fig. 105. — Montage avec bobine à deux curseurs.

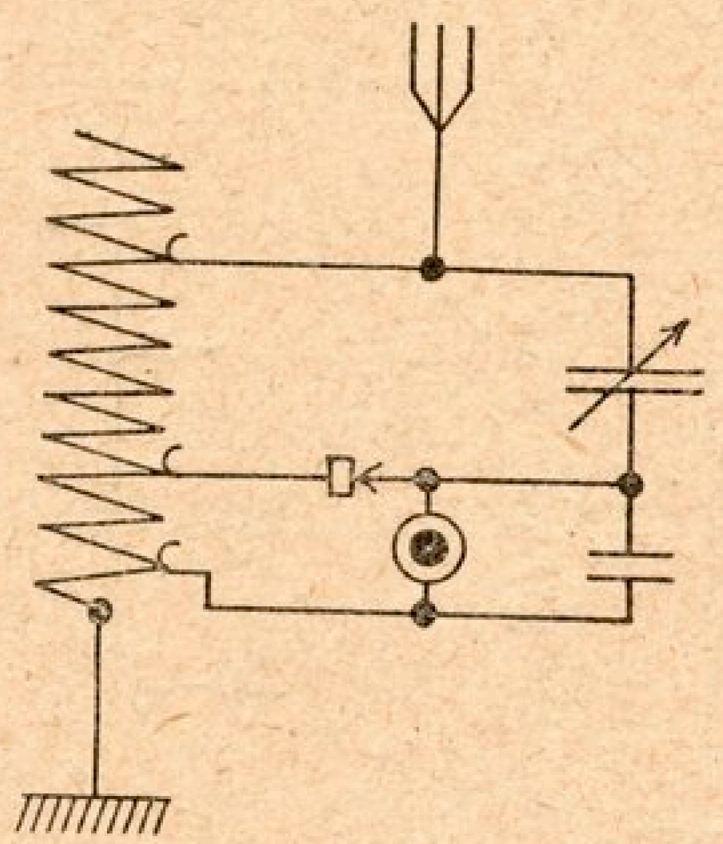


Fig. 106. — Montage avec bobine à trois curseurs et condensateur variable.

Enfin la disposition la plus sélective avec bobine de self à deux curseurs est celle de la figure 105. Son emploi permet d'éliminer dans une certaine mesure les troubles occasionnés par le voisinage des lignes parcourues par des courants alternatifs.

On peut utiliser, pour l'accord et le réglage des circuits de réception, une bobine à trois curseurs ; avec un appareil bien construit on réalise ainsi très commodément des réglages sélectifs qui peuvent rivaliser avec les montages inductifs. La combinaison représentée par le schéma de la figure 106 est une des meilleures et des plus simples avec bobine à trois curseurs.

Le montage de la figure 107 exige l'emploi de deux condensateurs variables : son ajustement est sans doute un peu compliqué, mais il convient parfaitement dans le cas où la réception est gênée par le voisinage de lignes à haute tension ou par la présence de parasites atmosphériques qu'il permet d'éliminer en partie.

Le plus simple des circuits à deux enroulements inductifs est celui que nous avons représenté sur la figure 93. Celui de

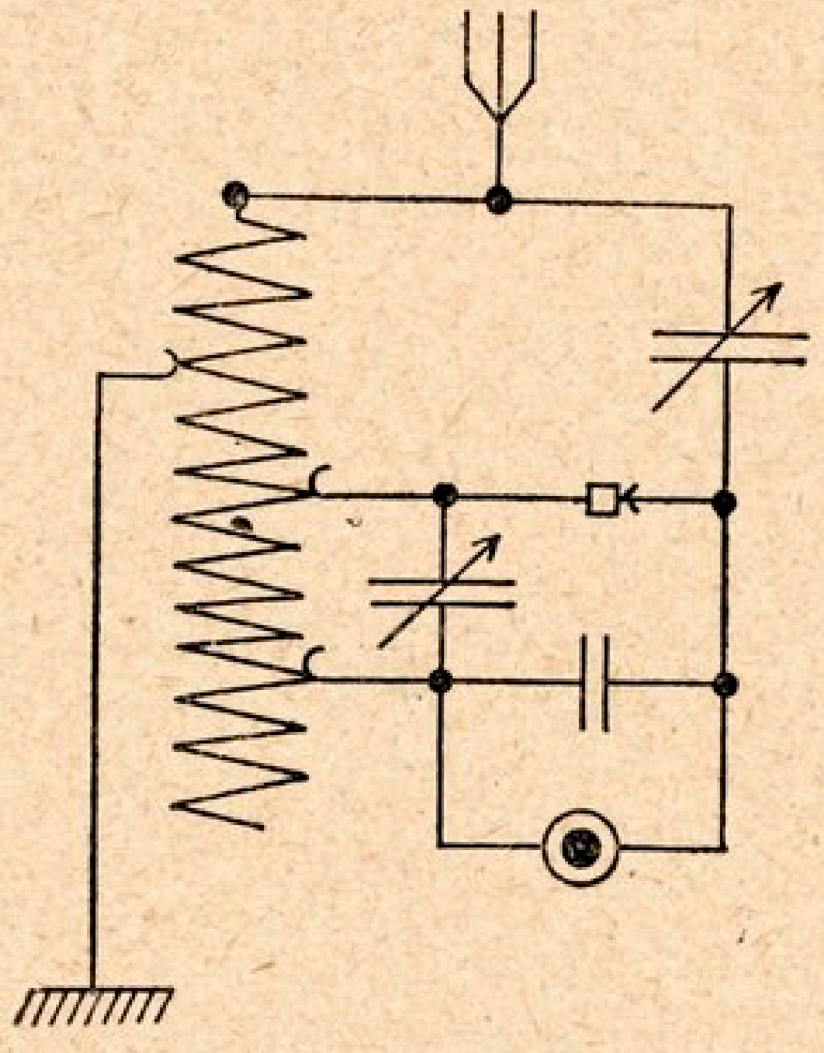


Fig. 107. — Montage avec bobine à trois curseurs et deux condensateurs variables.

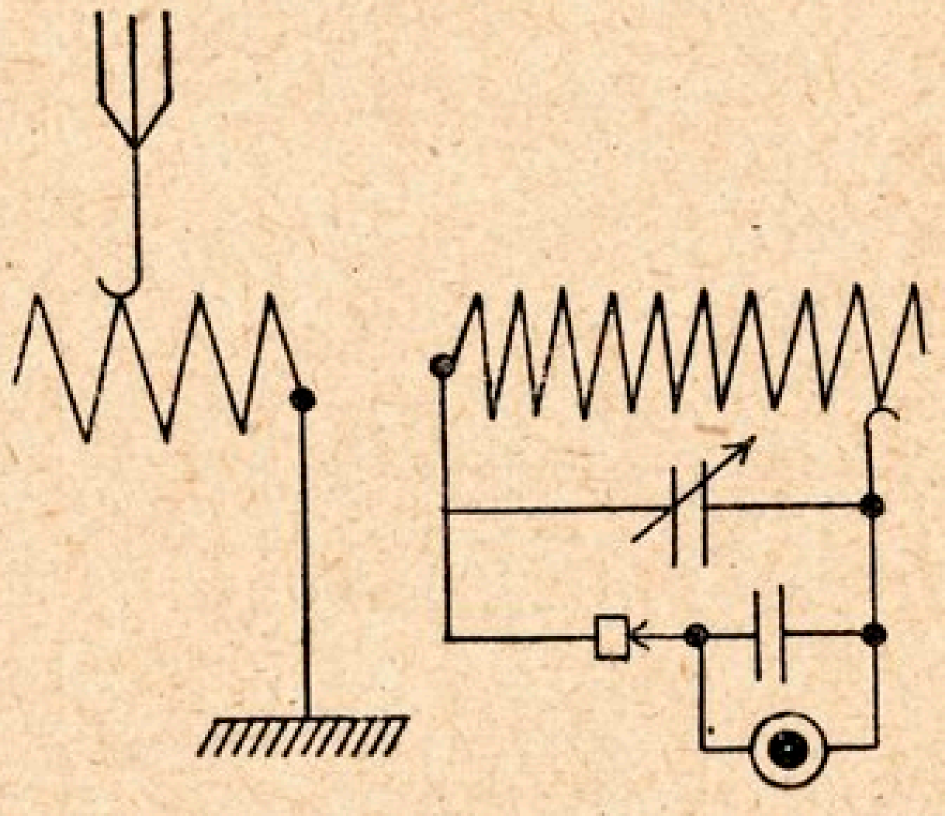


Fig. 108. — Montage d'un transformateur d'induction.

la figure 108 lui est supérieur ; la présence du condensateur variable dans le circuit secondaire permet de rendre ce dernier périodique et assure un accord plus précis.

Le dispositif de la figure 109 assure une excellente réception de toutes les longueurs d'ondes et une bonne élimination des signaux parasites.

Habituellement le condensateur variable intercalé dans l'antenne est pourvu d'un dispositif de mise en court-circuit, ce condensateur n'étant utilisé que pour la réception des longueurs d'ondes inférieures à la longueur d'onde propre de l'antenne.

La bobine de self d'antenne doit avoir son axe perpendiculaire à celui du transformateur pour que les oscillations dont elle est le siège ne réagissent pas sur les enroulements du transformateur.

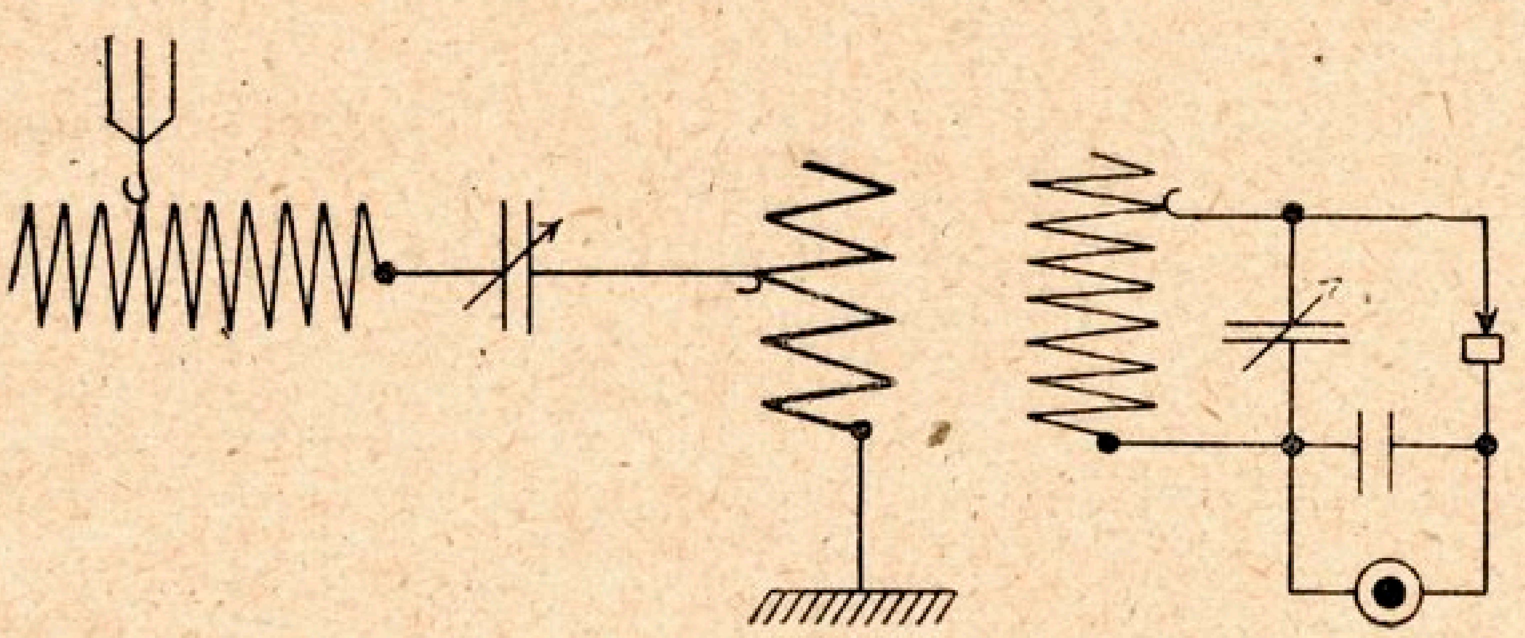


Fig. 109. — Montage inductif.

Les différentes combinaisons de montage dont nous venons d'entretenir le lecteur constituent les dispositifs classiques de

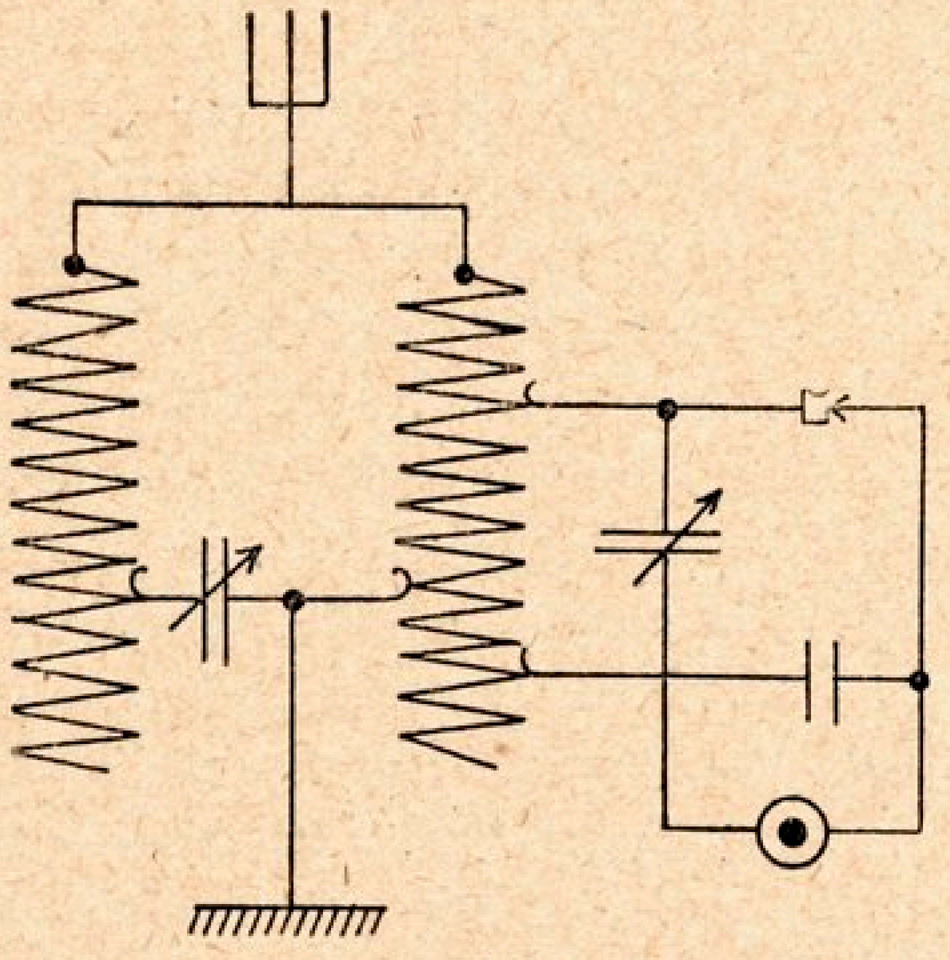


Fig. 110. — Montage en dérivation utilisant deux bobines de self.

réception ; il en existe d'autres moins connus et cependant très recommandables pour certaines réceptions.

La figure 110 représente un dispositif constitué par deux

bobines de self jumelles, il réalise un circuit très sélectif à

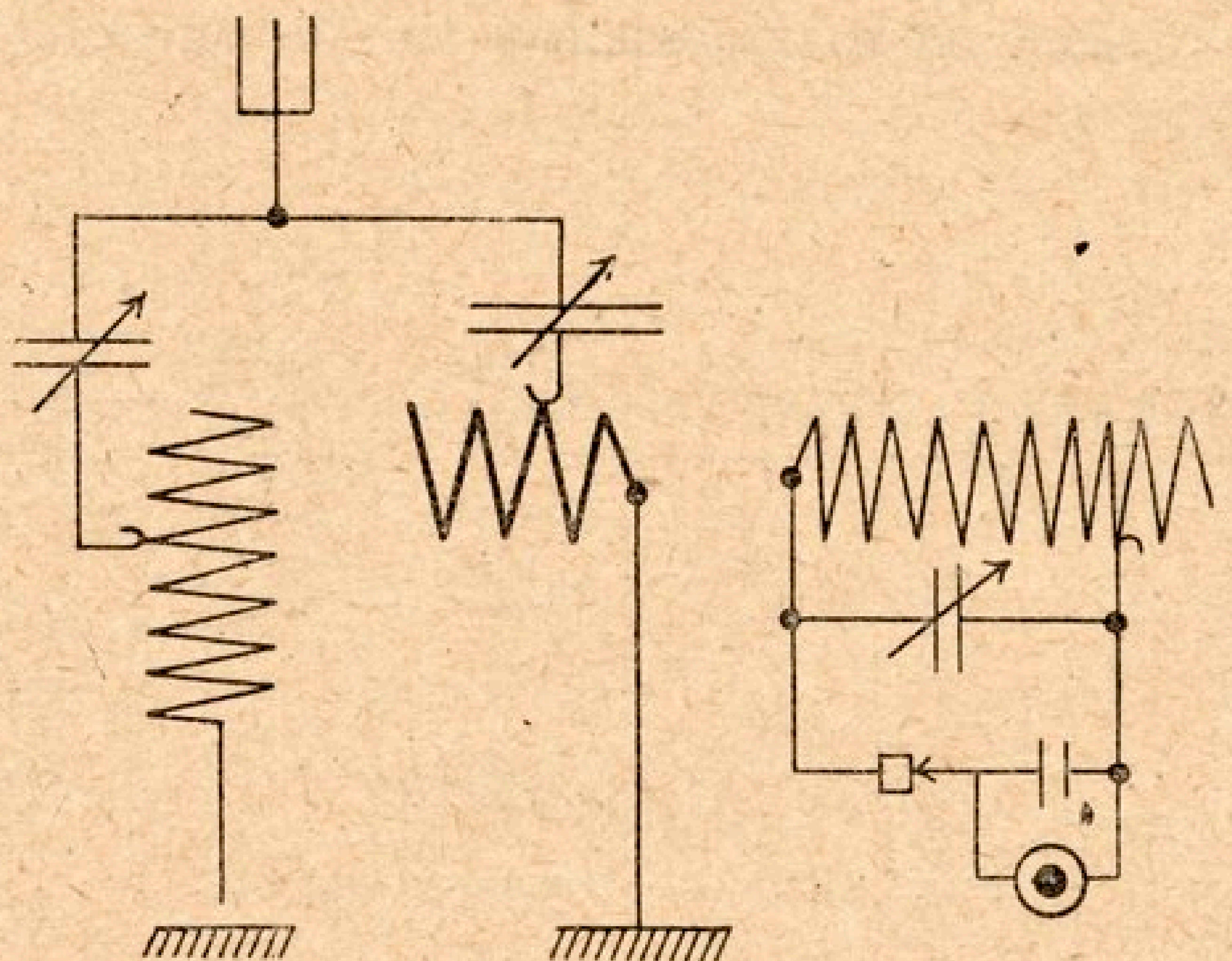


FIG. 111. — Montage inductif avec deux prises de terre.

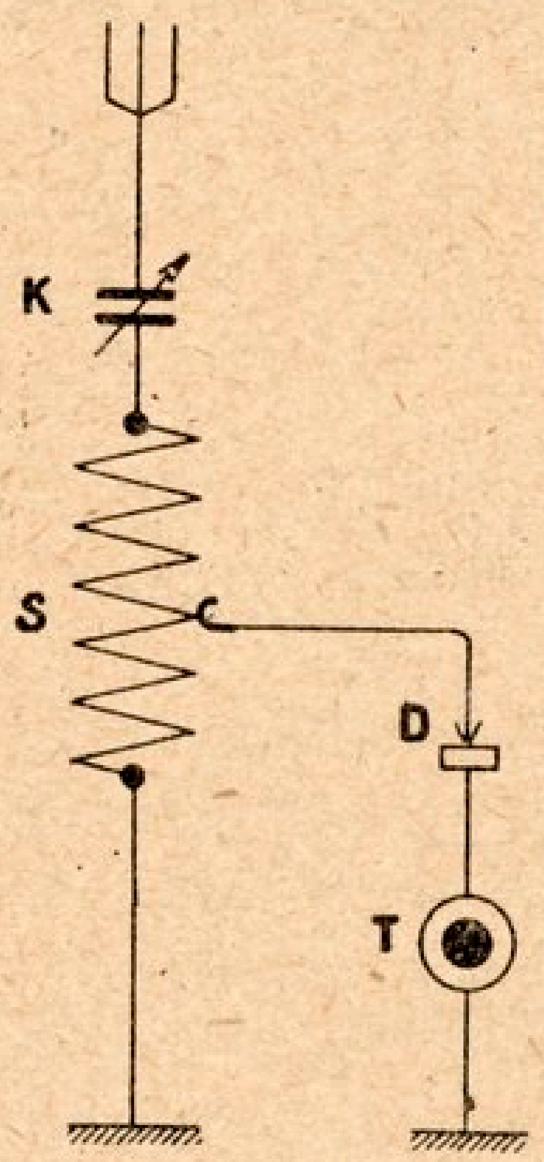


FIG. 112. — Récepteur à cristaux pour ondes courtes.

employer dans le voisinage d'une station perturbatrice.

Le diagramme de la figure 111 représente un montage excellent à employer pour éliminer les parasites et les bourdonnements causés par le voisinage des lignes à haute tension.

Le schéma de la figure 112, plus simple que le précédent, est très efficace pour la réception des ondes de petites longueurs sur une antenne de dimensions normales; il comporte aussi deux prises de terre distinctes qui doivent être éloignées l'une de l'autre de quelques mètres.

Le condensateur d'antenne K doit avoir une assez faible capacité, un demi-millième de microfarad par exemple, un millième au maximum. La self d'accord S est à spires non

jointives en fil nu 7/10 enroulées au pas de 2 millimètres ; il est avantageux de n'avoir pas de « bout mort », c'est-à-dire de portion d'enroulement non utilisée, aussi conseillons-nous de constituer cette self d'accord au moyen de petits cadres en tambour de dix spires chacun, montés en série avec une borne de connexion au début, au milieu et à la fin de chaque enrou-

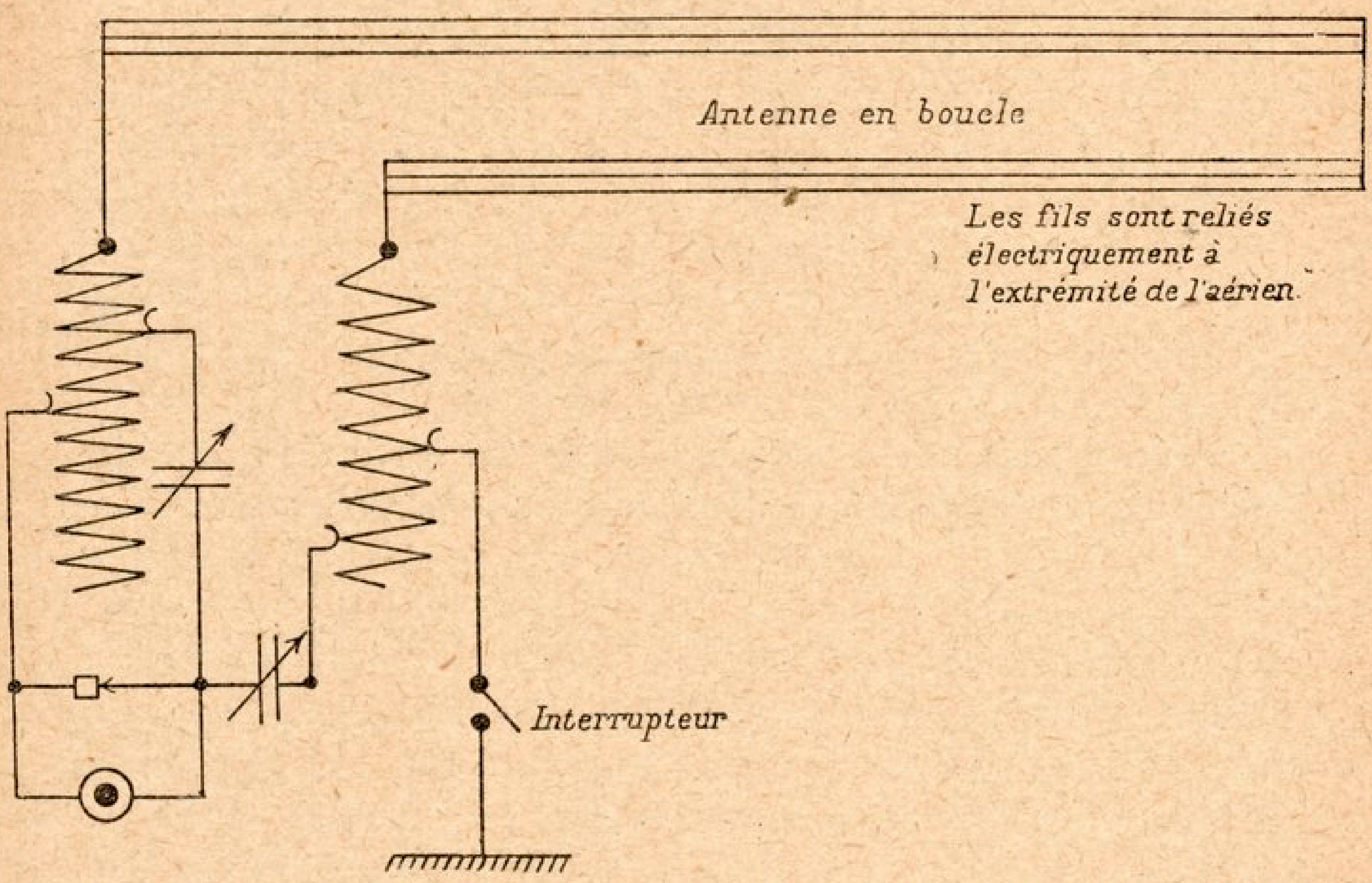


FIG. 113. — Montage antiparasite sur antenne en boucle.

lement. Ainsi l'utilisation du dispositif se fera de cinq spires en cinq spires et le maximum de tours non utilisés ne dépassera jamais cinq.

Chaque cadre aura environ 10 centimètres de côté et 4 centimètres de hauteur. Le réglage optimum est déterminé par la position du curseur de S et un faible appoint de la capacité variable K.

Le montage indiqué par la figure 113 s'emploie seulement sur une antenne en boucle ; cet ajustement permet l'élimination des parasites atmosphériques lorsqu'on supprime la prise

de terre, mais il y a, dans ce cas, un léger affaiblissement des signaux perçus.

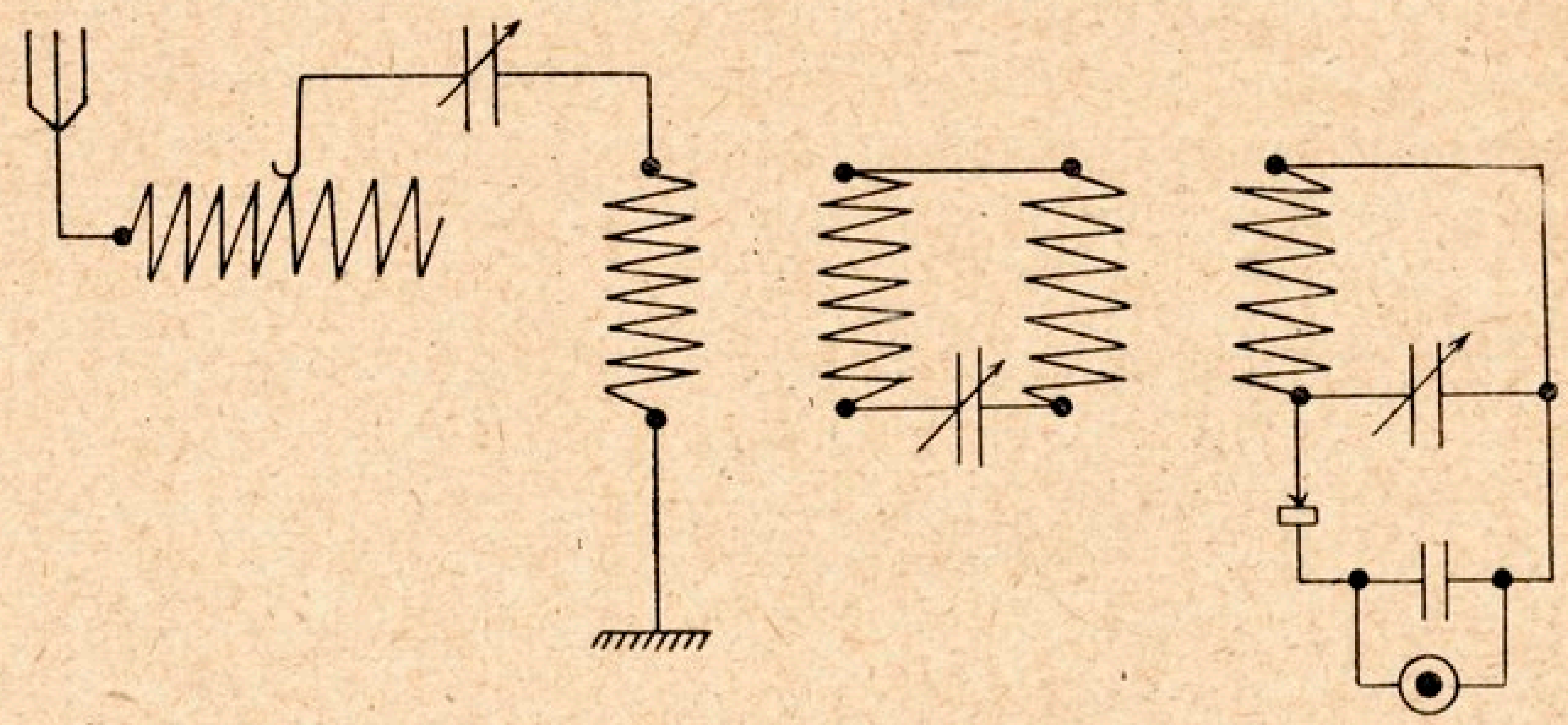


FIG. 114. — Circuit de réception trieur.

Pour obtenir une sélection parfaite, un véritable triage des signaux, on fait usage de deux ou trois transformateurs d'in-

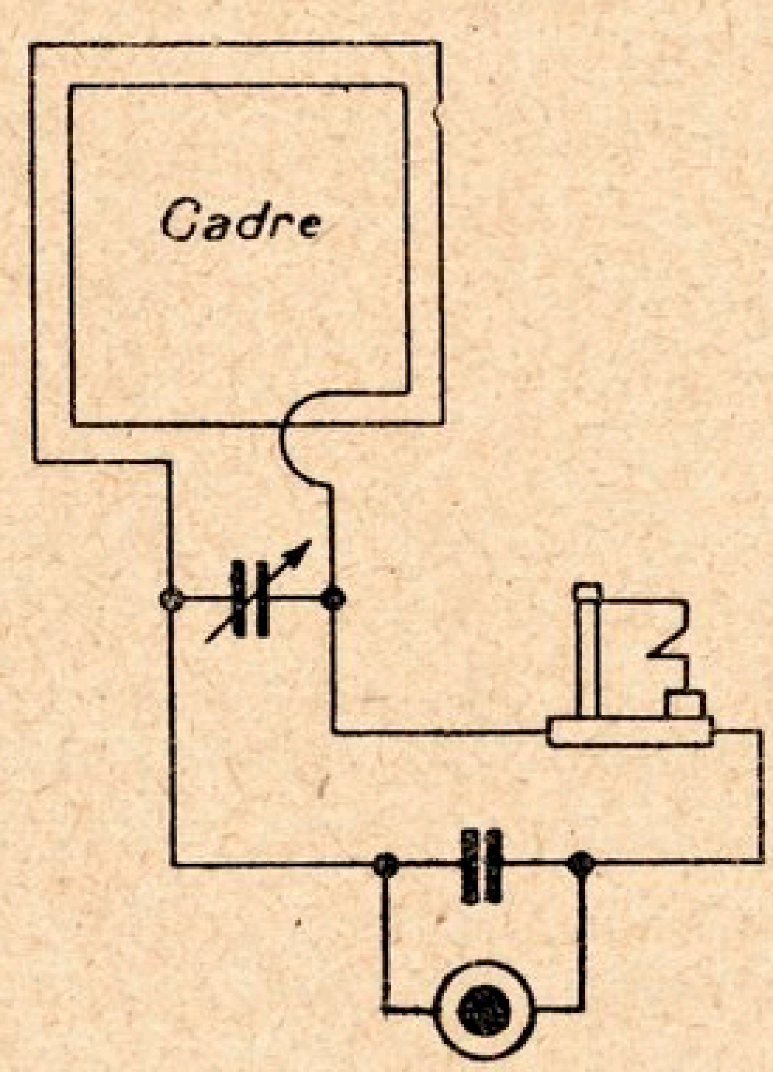


FIG. 115. — Réception sur cadre avec détecteur à cristaux.

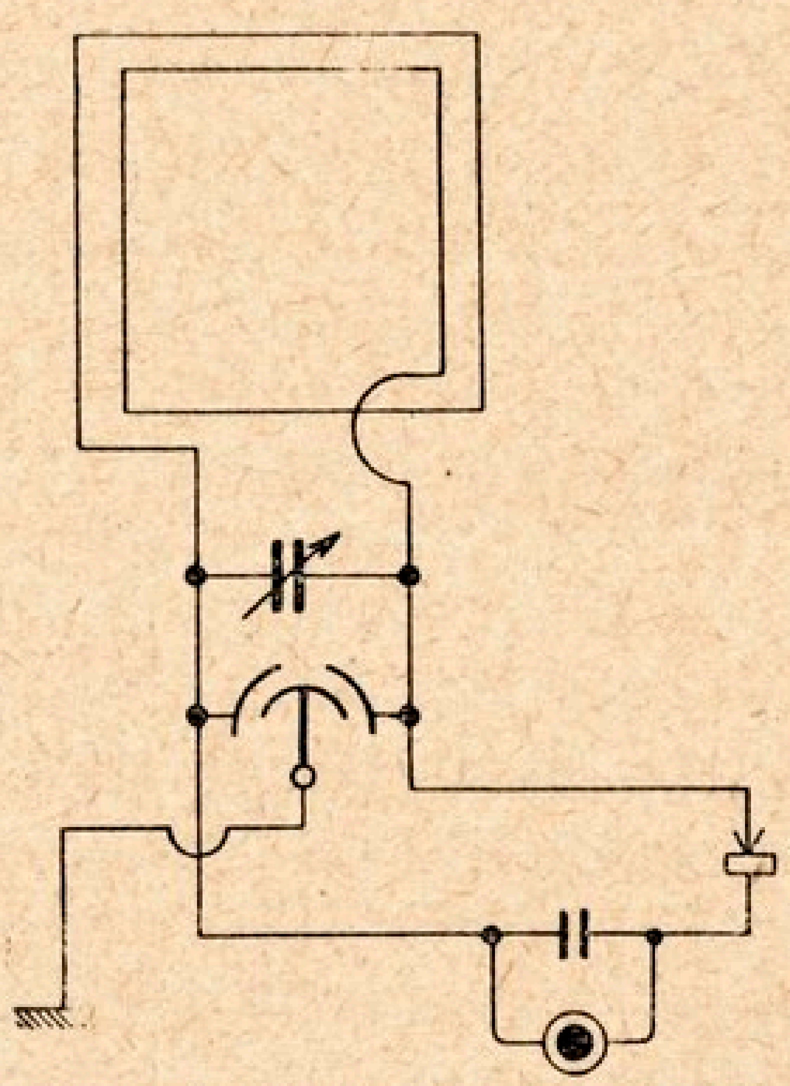


FIG. 116. — Utilisation d'un compensateur pour équilibrer un cadre collecteur d'ondes.

duction réagissant les uns sur les autres. Ce procédé est tout à fait efficace pour éliminer des signaux génants, mais il

donne une réception assez faible; de plus, son réglage est minutieux et la recherche des émissions est avec lui très difficile. Le schéma de la figure 114 est celui d'un circuit trieur.

Les enroulements primaires et secondaires des différents transformateurs d'induction utilisés dans un circuit trieur sont de même valeur.

La réception sur cadre avec détecteur à cristaux n'est possible qu'au voisinage du poste d'émission; la figure 115 reproduit le montage le plus communément employé.

On améliore légèrement la réception sur cadre en équilibrant électriquement le collecteur d'ondes au moyen d'un petit condensateur variable à trois armatures monté suivant le schéma de la figure 116, c'est-à-dire en reliant les deux armatures fixes du compensateur l'une à la borne d'entrée du cadre, l'autre à la borne de sortie et l'armature mobile à une connexion mise à la terre.

Nous avons donné dans *La T. S. F. des Amateurs* les données de construction d'un compensateur.

Entretien et réglage des différents organes d'un récepteur utilisant un détecteur à cristaux. — Il est indispensable au bon fonctionnement d'un poste de réception de passer en revue de temps en temps les divers appareils qui composent ce poste.

On s'assurera :

1° De la propreté et du bon état des bornes, connexions et curseurs.

2° De l'isolement parfait des divers enroulements.

3° De l'état des conducteurs et de leur isolement.

Les raccords entre les organes d'un poste récepteur de télégraphie ou de téléphonie sans fil doivent être établis avec des conducteurs peu résistants, aussi courts que possible et en aucun cas par des fils en boudinettes dont la self-induction compromettrait le réglage régulier des circuits.

4° Du bon état des téléphones : les cordons doivent être serrés à bloc sur l'écouteur et être bien isolés entre eux. En frappant légèrement avec l'ongle sur la plaque vibrante,

celle-ci doit faire entendre un son clair; si le son est mat, c'est que la plaque est collée à l'aimant et le téléphone doit être réglé. Pour lui rendre sa sensibilité, il suffira souvent de visser un peu plus le pavillon pour mieux bloquer la plaque vibrante; si, à la suite d'un choc, cette plaque se trouvait déformée, on la retournerait sur elle-même ou on la changerait.

Il sera bon de s'assurer aussi qu'aucun grain de limaille ou de rouille interposé entre les pièces polaires et la plaque ne contrarie les vibrations de cette dernière.

5° De l'isolement parfait des armatures des condensateurs;

6° Du bon fonctionnement du détecteur en essayant cet appareil sur une émission faible très familière et en comparant la réception aux réceptions antérieures les plus favorables.

On règle un détecteur à la grande sensibilité en désaccordant peu à peu l'antenne sur laquelle il est monté, tout en maintenant la réception au maximum d'intensité par le seul réglage du détecteur.

La pointe de contact des détecteurs à cristaux a besoin d'être refaite et polie de temps en temps. En général, cette pointe sera avantageusement constituée par un fil souple, non recuit, de cuivre ou de laiton, par un fil de platine ou d'or de 3/10 de millimètre de diamètre.

Très souple et inoxydable, un fil de platine ou un fil d'or ne peut détériorer les cristaux détecteurs et d'excellents contacts peuvent être conservés ainsi très longtemps.

Une pointe mousse de graphite (crayon tendre) donne de bons résultats employée avec une pastille détectrice de galène.

Pour certaines pyrites de fer très dures et granuleuses, un contact acier (aiguille à coudre fine) est à recommander.

Les différents cristaux détecteurs peuvent être lavés à l'aide d'un petit tampon de coton hydrophile humecté d'alcool pur à 90 degrés ou d'éther.

En lubrifiant la surface des cristaux de zincite et de bornite avec une goutte de pétrole épuré, les propriétés détec-

trices de ces minerais sont momentanément améliorées ; le procédé a le grave inconvénient d'encrasser rapidement les pastilles qui doivent être souvent lavées. L'utilisation d'une petite source électromotrice, réglée par un potentiomètre, améliore parfois sensiblement le rendement d'un détecteur à cristaux monté comme le détecteur électrolytique.

Pour désenchâsser un cristal détecteur, on doit le chauffer avec précaution au-dessus de la flamme d'une petite lampe à alcool. On le scelle ensuite dans un alliage fusible à basse température pour éviter un grillage désastreux.

Voici deux formules d'alliages recommandables pour cet objet :

Alliage de Darcet :

Plomb...................	1 partie	fond à 91°.
Étain.....................	1 partie	
Bismuth.................	2 parties	

Alliage de Wood :

Plomb...................	2 parties	fond à 67°.
Étain.....................	2 parties	
Bismuth.................	8 parties	
Cadmium...............	2 parties	

A défaut de ces alliages, quelques gouttes de mercure mélangées à de l'étain fondu abaissent suffisamment la température de fusion de ce métal pour qu'on puisse, à la rigueur, en faire usage.

A défaut d'une émission faible, on peut utiliser, pour régler à sa plus grande sensibilité un détecteur à cristal, un radiateur d'essai, appareil facile à construire.

Le dessin de la figure 117 montre l'agencement d'un petit radiateur très pratique confectionné avec un trembleur de sonnerie électrique.

La vis de buttée du trembleur ou mieux la charnière A est reliée à la prise de terre de la table de réception par l'intermédiaire d'un condensateur fixe dont la capacité est d'autant

plus faible qu'on désire obtenir des signaux de réglage moins puissants, favorables pour un réglage optimum.

Une feuille de papier d'étain collée sur chaque face d'une carte de visite paraffinée constitue une armature de capacité convenable pour le condensateur C.

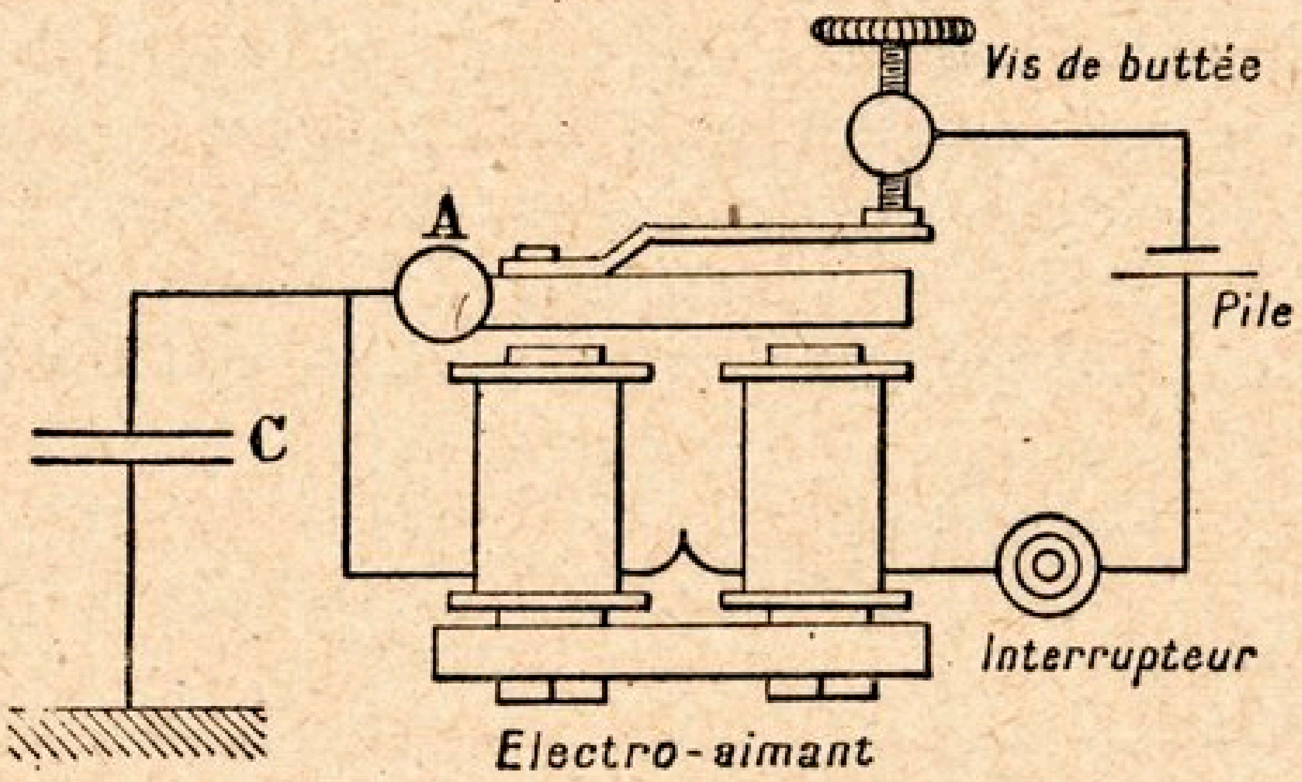


FIG. 117. — Petit radiateur d'essai.

On peut supprimer la connexion du radiateur à la terre ; mais il est alors indispensable de le rapprocher très près du circuit oscillant de réception pour que les faibles ondes qui naissent, à chaque interruption du courant de la pile, sous la vis de buttée du trembleur puissent atteindre le détecteur.

Récepteurs à lampes. — Les meilleurs récepteurs de téléphonie sans fil sont, d'un commun avis, ceux qui utilisent les lampes à trois électrodes. Avec eux, la portée des émissions hertziennes est pratiquement sans limite et l'audition des messages radiotéléphonés et des radio-concerts est assurée à toutes distances avec un collecteur d'ondes de dimensions réduites.

Le rapide essor de la radiophonie a eu pour résultat d'inonder le marché d'appareils à lampes et d'accessoires de tous systèmes, de toutes fabrications, mais surtout de qualités diverses et de prix fort élevés. Dans cette floraison, les appareils les plus médiocres ne sont pas ceux que recouvre l'éti-

quette la plus modeste ; il en résulte que l'abondance de l'offre et le manque de sincérité du vendeur rendent de plus en plus difficile à l'amateur un choix judicieux et sans risques.

L'espoir d'un gain facile a, d'autre part, miraculeusement transformé nombre de boutiquiers et de marchands de jouets en ingénieurs électriciens, quand ce n'est pas en spécialistes de la T. S. F. ! Si bien que nous sommes tous, et partout, journellement sollicités de faire l'acquisition de récepteurs radiophoniques le plus souvent sans valeur, mais que l'astuce mercantile du vendeur dote de qualités d'autant plus magnifiques qu'il est plus ignorant des choses de la téléphonie sans fil ou que son bénéfice sur la vente des appareils est plus important.

On ne saurait donc trop recommander au lecteur de se tenir sur ses gardes et de se méfier des offres alléchantes de pseudo-spécialistes sans scrupules. Nous lui conseillons de ne faire l'acquisition d'un récepteur de téléphonie sans fil qu'autant qu'une garantie formelle de bon fonctionnement lui sera donnée par le vendeur ; encore agira-t-il plus sagement en se renseignant auprès des usagers eux-mêmes sur la valeur des appareils offerts.

A vrai dire, il n'existe pour l'amateur qu'une *garantie sérieuse* : c'est de s'adresser pour ses consultations et pour ses achats à une maison de confiance, à un spécialiste renommé dont l'intérêt et l'amour-propre d'auteur sont de le bien servir. Non seulement l'amateur se protègera ainsi contre une exploitation malhonnête, mais il s'assurera le bénéfice de conseils et de directions éclairés et sera certain de recevoir des appareils de tout premier choix, soigneusement étalonnés, vérifiés, essayés, absolument garantis et avec lesquels il obtiendra le maximum de rendement avec le minimum de frais et sans courir aucun risque.

Il n'est nullement besoin de posséder des connaissances très étendues en T. S. F. ni même en électricité pour réaliser soi-même à peu de frais un récepteur à lampes de rendement excellent, car le meilleur récepteur de téléphonie sans fil

n'est pas nécessairement un appareil très cher et compliqué ; le dispositif le plus simple est aussi très souvent celui qui donne les résultats les plus satisfaisants.

Nous nous proposons dans ce chapitre d'apprendre au lecteur à confectionner par ses propres moyens et sans engager une dépense élevée, les meilleurs dispositifs à lampes en utilisant des éléments construits par lui ou achetés dans le commerce.

Notre méthode, actuellement très en vogue, consiste à réaliser ces dispositifs au moyen d'accessoires de qualité supérieure groupés sur table et toujours accessibles, dont on vérifie commodément les connexions et qui ne demeurent point rivés à un montage unique, comme ces engins capricieux et fragiles que cachent avec mystère des tabernacles imposants aux volets d'acajou constellés de plots, de boutons et de cadrans.

Récepteur universel. — L'appareil que représente la figure 118 est de l'avis des usagers le plus sensible, le plus puissant, le plus pratique des récepteurs de radiophonie ; il convient à la réception des ondes amorties ou entretenues depuis 150 mètres jusqu'à plus de 15.000 mètres de longueur, permettant une réception parfaite de tous les radio-concerts et messages radiotéléphonés.

Il fonctionne avec écouteur téléphonique sur deux, trois ou quatre lampes (lampes ordinaires ou lampes à faible consommation) et avec haut-parleur, pour audition dans une immense salle ou en plein air sur cinq ou six lampes.

En utilisant un bon haut-parleur, deux, trois ou quatre lampes suffisent pour une excellente audition dans un salon ou dans un bureau.

L'appareil, quel que soit le nombre des lampes utilisées, emploie une seule batterie de chauffage, et une seule batterie de plaques de 40 volts (sauf pour la réception des ondes courtes qui exige une batterie de plaques de 80 volts).

Nous conseillons à l'amateur de faire d'abord l'essai du dispositif de la figure 118 en n'utilisant que quatre lampes avec la table de résistances et condensateurs de liaison sans

y adjoindre la superamplification des deux étages à transformateurs BF qui ne sont utiles que pour donner des auditions en plein air ou dans une salle immense ; encore, dans ce dernier cas, est-il suffisant de n'ajouter qu'un seul étage à basse fréquence.

L'amateur qui n'a pas entendu avec ce dispositif une émission de la Tour Eiffel, de Radiola, de la station de l'École Supérieure des Postes, des stations anglaises, allemandes,

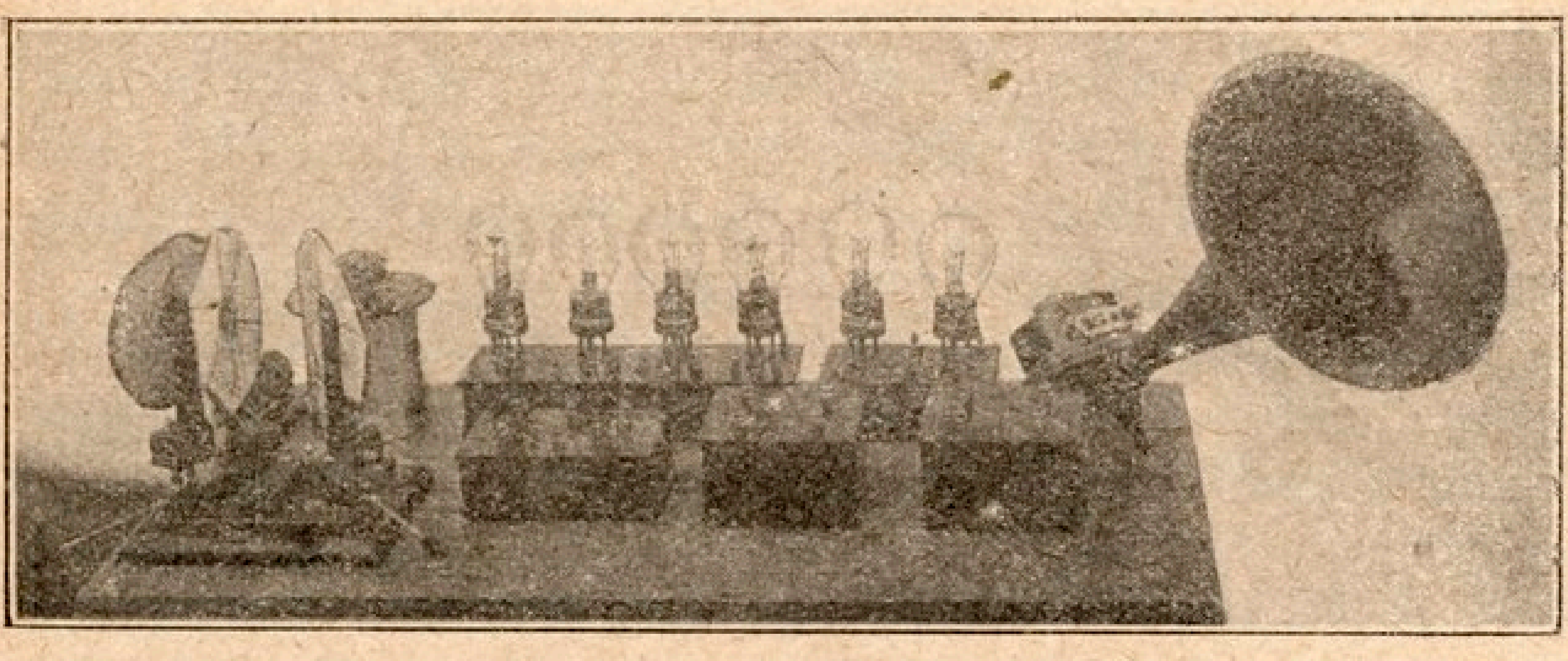


FIG. 118. — Récepteur radiophonique universel F. Duroquier. Tel qu'il figure sur cette gravure, l'appareil reçoit également les ondes courtes et les ondes longues ; il fonctionne avec six, cinq, quatre, trois ou deux lampes (lampes ordinaires ou radio-micro).

belges, espagnoles, suisses et même américaines ne peut imaginer l'impression d'art procurée par un radio-concert de ces stations reçu dans des conditions optima d'accord et de réglage.

En utilisant une table de résistances et de condensateurs de liaison judicieusement étalonnée, et notre casque spécial type « *radio-concert* », le dispositif à quatre lampes haute fréquence représenté par les quatre lampes de gauche de la figure 118 conserve à la voix son timbre naturel et reproduit les sons à leur hauteur normale, sans déformation, sans grésillement, sans friture. Les moindres nuances de diction, l'accompagnement le plus discret, les plus faibles bruits sont perçus avec une netteté surprenante. Les parasites atmos-

phériques, si redoutés des amateurs de téléphonie sans fil, ne sont point amplifiés et les lampes restent insensibles aux trépidations qui font sonner si désagréablement les dispositifs utilisant des transformateurs ou des sels de liaison.

Notez que l'audition a la même pureté si l'on réduit le nombre des lampes à deux, en supprimant la troisième et la quatrième, à condition de ne rien modifier aux connexions de la table de résistances et de condensateurs.

En résumé, le récepteur universel à quatre lampes se recommande à l'amateur par les avantages suivants :

= *Extrême sensibilité*, assurant, à toutes distances, la meilleure réception avec le collecteur d'ondes le plus réduit ;

= *Pureté des auditions*, donnant une impression d'art qu'aucun autre dispositif ne saurait égaler;

= *Adaptation à la réception de toutes les longueurs d'ondes*, permettant de recevoir tous les radio-concerts et messages radiotéléphonés émis sur ondes courtes ou sur ondes moyennes;

= *Réalisation de toute puissance d'audition*, réception à l'écouteur ou par haut-parleur; auditions en chambre ou en plein air ;

= *Simplicité de montage*, qui fait que l'amateur peut construire entièrement lui-même son appareil ou le réaliser avec des pièces détachées acquises dans le commerce;

= *Commodité de réglage*, celui-ci dépendant presque uniquement de la manœuvre d'un seul condensateur variable ;

= *Facilité de vérification* des connexions permettant de trouver rapidement la cause d'une panne et d'y remédier sans avoir le moindre organe à démonter;

= Enfin, modicité de prix d'achat et d'entretien, l'appareil pouvant fonctionner avec deux lampes seulement (lampes ordinaires ou radio-micro).

C'est donc ce dispositif que nous recommandons avant tout autre et que nous décrirons le premier ; nous donnerons ensuite les schémas de montages des dispositifs les plus connus, laissant le lecteur libre de fixer définitivement son choix après essais comparatifs.

Nous sommes d'ailleurs à la disposition des amateurs, qui peuvent nous écrire à notre laboratoire de la *villa Thérèse à Portillon près Tours* (*Indre-et-Loire*), pour leur donner tous les renseignements et conseils pratiques dont ils pourraient avoir besoin pour la réalisation de ces différents montages.

Les éléments de l'appareil à quatre lampes à résistances comprennent :

Un dispositif d'accord ;

Un pont-support pour les lampes ;

Une table de résistances et condensateurs de liaison ;

Un écouteur téléphonique ou un haut-parleur ;

Une batterie de chauffage de 4 volts et une batterie de plaques de 40 volts, ou de 80 volts pour recevoir les ondes courtes.

Le dessin de la figure 119 montre clairement l'ordre de groupement de ces divers éléments et la place qu'ils doivent occuper sur la table de réception ; le schéma de la figure 120 indique la façon dont ils doivent être reliés entre eux.

Dispositif d'accord. — L'appareil d'accord destiné à syntoniser le récepteur universel avec les émissions radio-

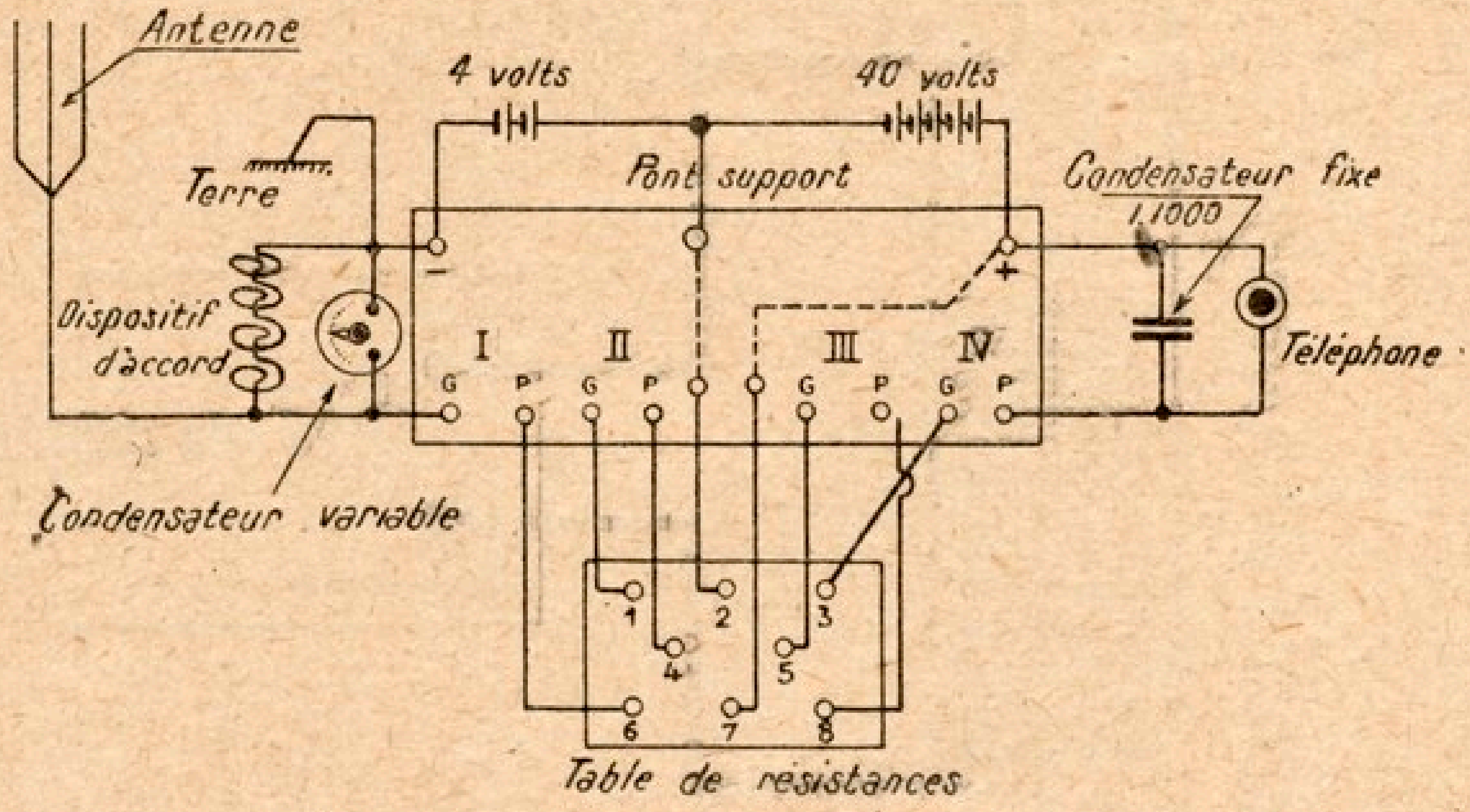


FIG. 119. — Récepteur radiophonique universel à quatre lampes H. F.

phoniques peut être constitué par une ou plusieurs galettes « fonds de panier » montées en série et une capacité variable

en dérivation sur ces inductances suivant le schéma de la figure 119 ; il peut aussi être constitué par une bobine de self à un curseur montée suivant le schéma de la figure 120 ; par une bobine à deux curseurs montée selon le diagramme de la figure 121, enfin au moyen d'un transformateur de Tesla équipé avec le dispositif à lampes suivant le schéma de la figure 122.

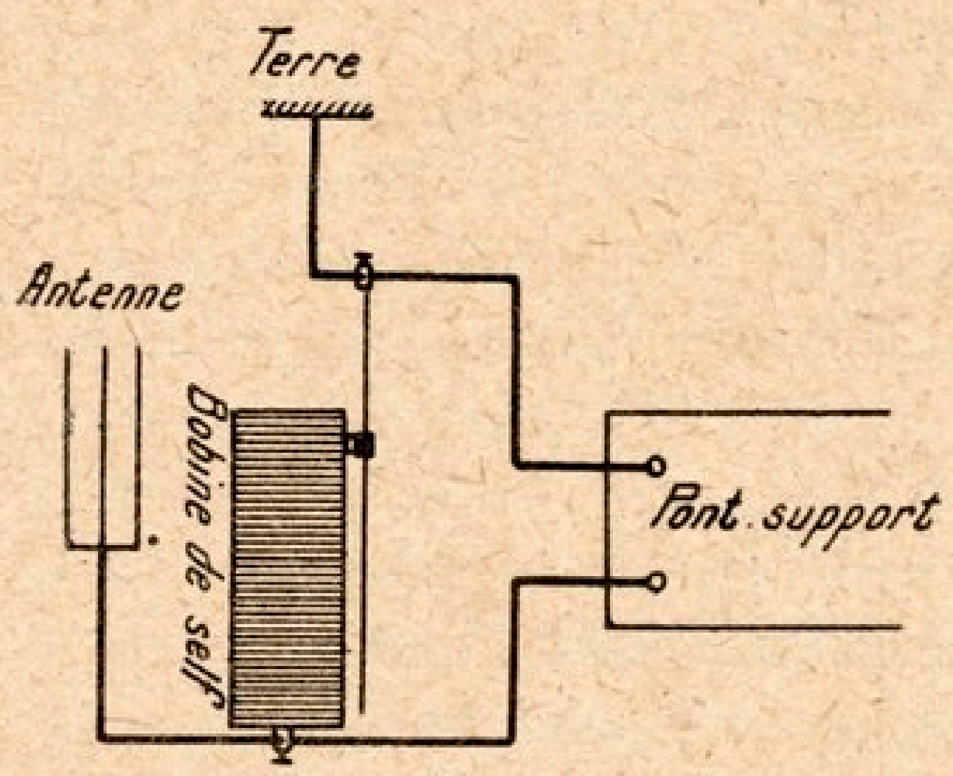


Fig. 120. — Dispositif d'accord par bobine à un curseur.

Ces différents dispositifs d'accord se valent sensiblement ;

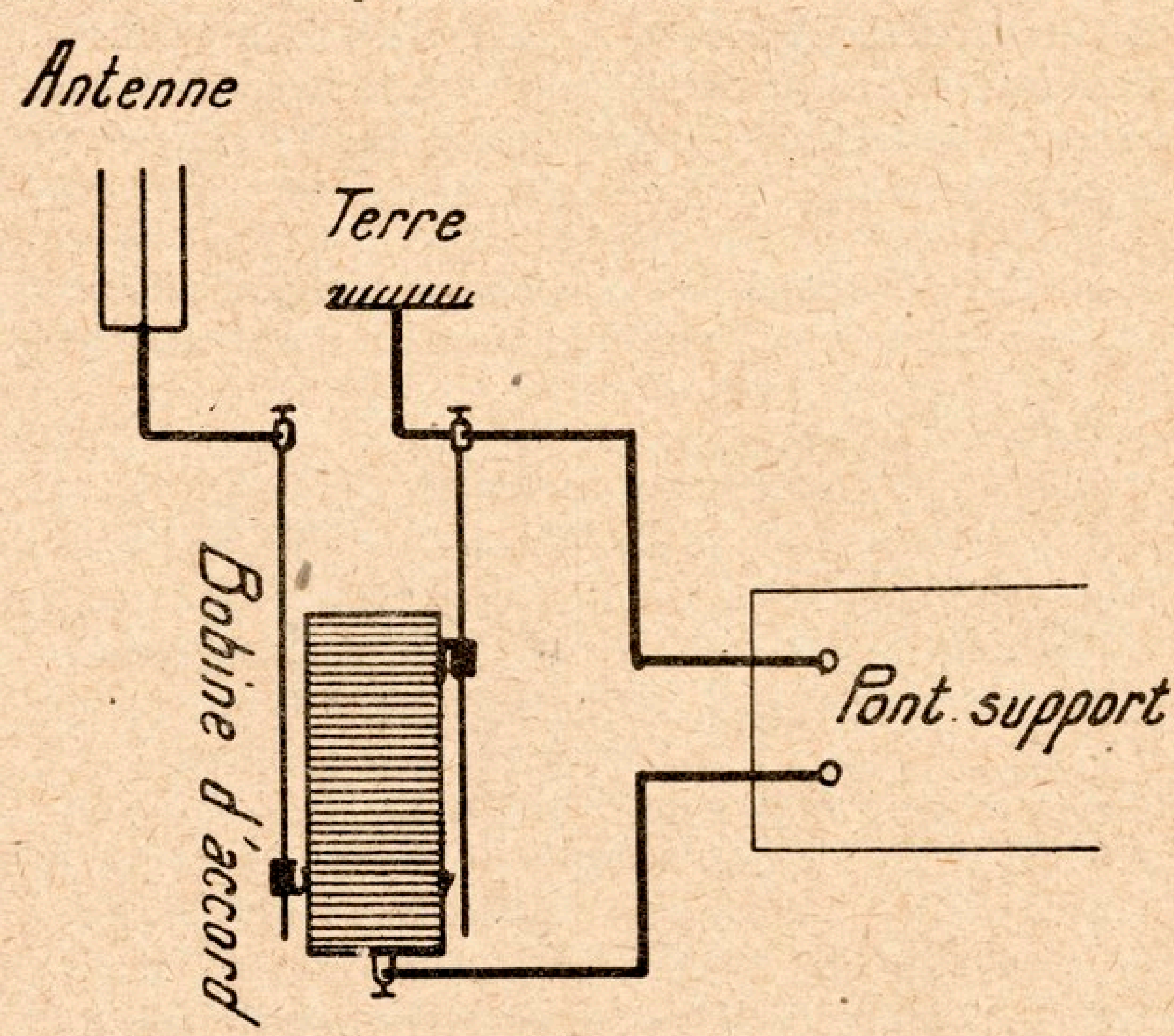


Fig. 121. — Accord par bobine à deux curseurs.

toutefois le montage en Tesla donne la possibilité d'éliminer

certains signaux parasites émis sur longueur d'ondes voisine de celle de l'émission écoutée.

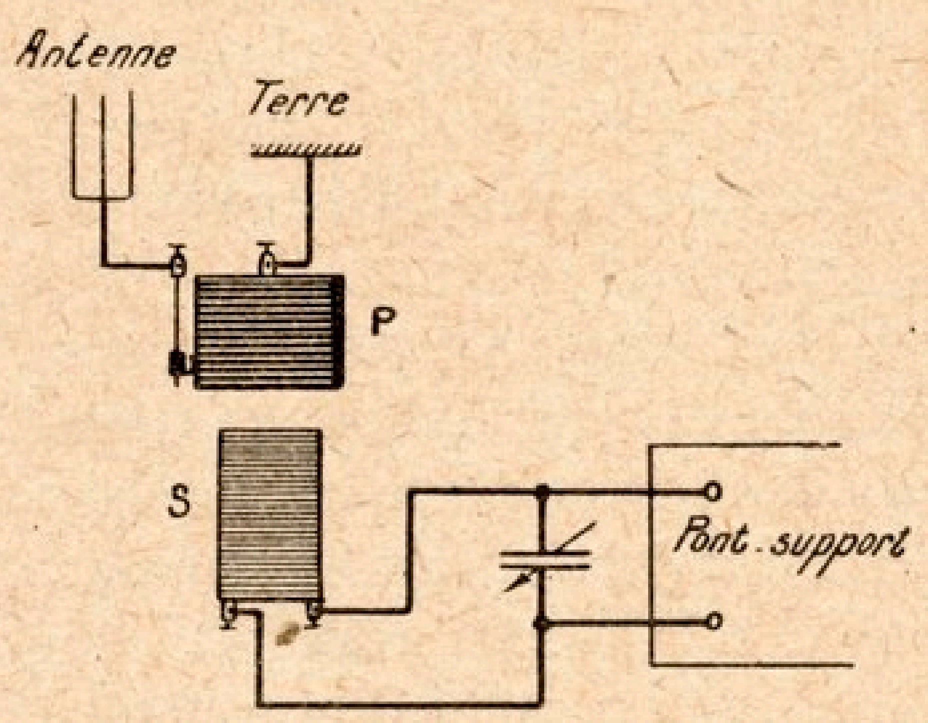


FIG. 122. — Accord par transformateur d'induction.

Nous sommes tout à fait partisan de l'emploi de galettes pour la réalisation des appareils d'accord et de réglage ; les multiples essais auxquels nous nous sommes livré nous ont permis de constater la supériorité très sensible des réglages obtenus avec ces enroulements, en particulier lorsqu'on utilise des inductances *fonds de panier*, qui entre toutes présentent le moins de self-capacité nuisible.

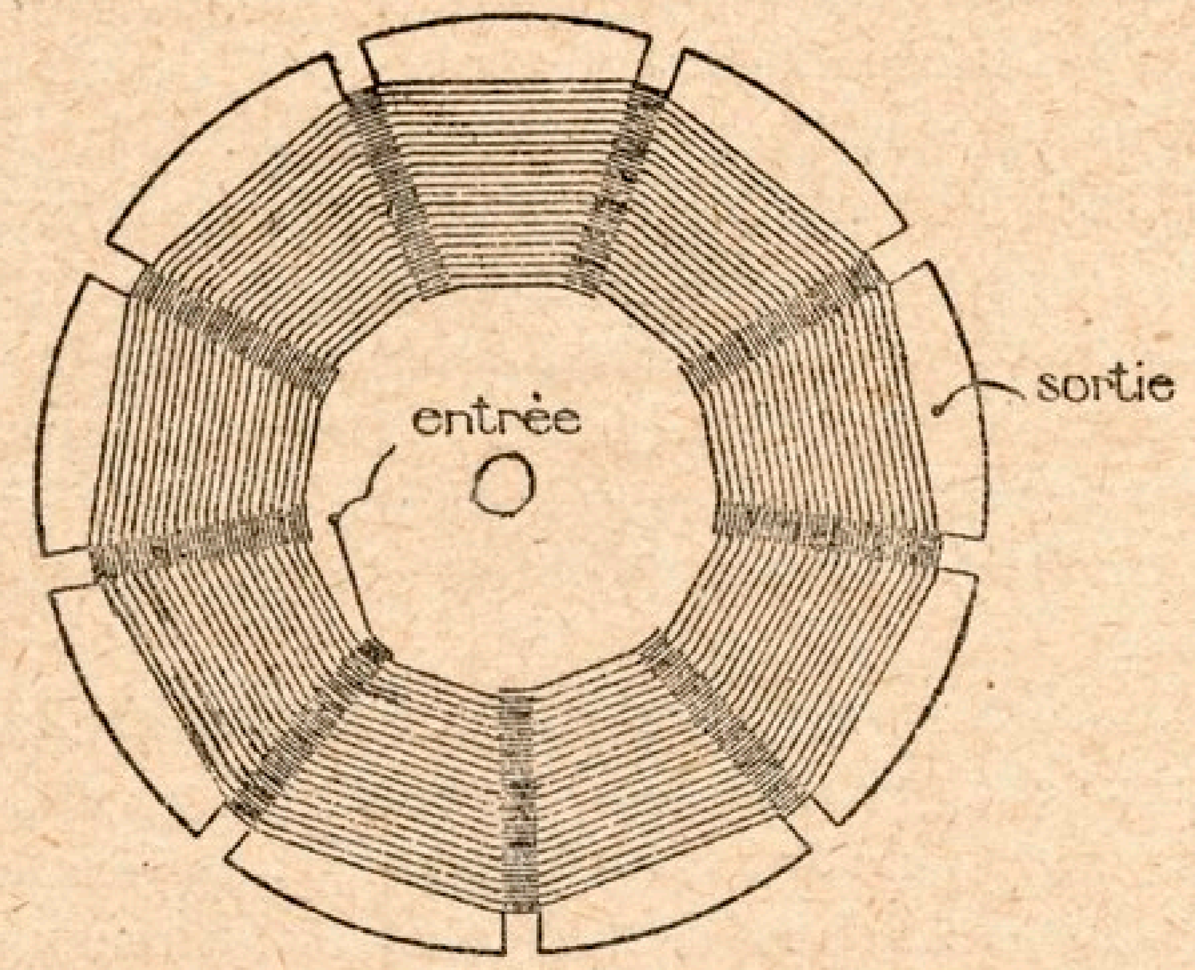


FIG. 123. — Galette « fond de panier ».

Nous avons donné dans *la T. S. F. des amateurs* toutes les indications nécessaires pour fabriquer soi-même une

galette *fond de panier*, nous n'y reviendrons pas ici ; ces petites inductances sont d'ailleurs très répandues et coûtent bon marché ; l'amateur les achètera de préférence sur carton épais, bobinées en fil isolé par deux couches de coton. La figure 123 reproduit une galette en *fond de panier* d'un modèle excellent.

A l'aide de quelques éléments de ces galettes, l'amateur peut réaliser une inductance, sans capacité parasite, exactement étalonnée pour un accord sur une longueur d'ondes déterminée sans avoir recours, pour parfaire cet accord, à un appoint de capacité exagéré.

Il est extrêmement important, lorsqu'on utilise des inductances fixes pour accorder un circuit, d'introduire dans ce circuit le moins possible de capacité d'appoint. N'est-il pas illogique d'utiliser une inductance nid d'abeille ou autre sous prétexte que ce genre d'enroulement présente une self-capacité moindre que l'enroulement à spires jointives d'une bobine de self ordinaire et d'insérer aux bornes de cette inductance une capacité d'appoint de 1 ou 2 millièmes de microfarad ? C'est cependant ce qui se pratique actuellement par l'emploi d'inductances étalonnées pour la réalisation d'accords sur des longueurs d'ondes très différentes de la longueur d'onde propre de ces inductances.

L'amateur doit confectionner lui-même, *pour son récepteur*, les inductances d'accord qui peuvent lui assurer, *avec le minimum de capacité d'appoint*, la réception des émissions de son choix ; la réception obtenue de cette façon sera toujours la meilleure.

Est-ce à dire que nous conseillons l'emploi d'une inductance spéciale pour chaque émission ? Nullement ; en disposant de quatre ou cinq galettes convenablement étalonnées il est possible de recevoir dans d'excellentes conditions toutes les émissions actuelles de radiophonie en utilisant un petit condensateur variable. Que l'amateur limite donc à ce chiffre le nombre de ses galettes de réglage, mais qu'il choisisse pour chacune une valeur convenable.

Il lui faut une inductance pour l'accord de son aérien sur

les petites longueurs d'ondes des postes anglais ; et pour la réception des émissions de la station des P. T. T. ; une autre pour celles de Radiola, une encore pour écouter « la Tour qui parle et qui chante ».

Voyons comment il réalisera économiquement ce matériel.

La figure 124 représente une inductance formée par quatre galettes « fond de panier » groupées en série et fixées sur un support dont la figure 125 indique clairement les détails de construction. Le dispositif ainsi équipé se place sur les réglettes mobiles d'un appareil de réglage tel que celui qui figure à gauche sur le dessin de la gravure 118.

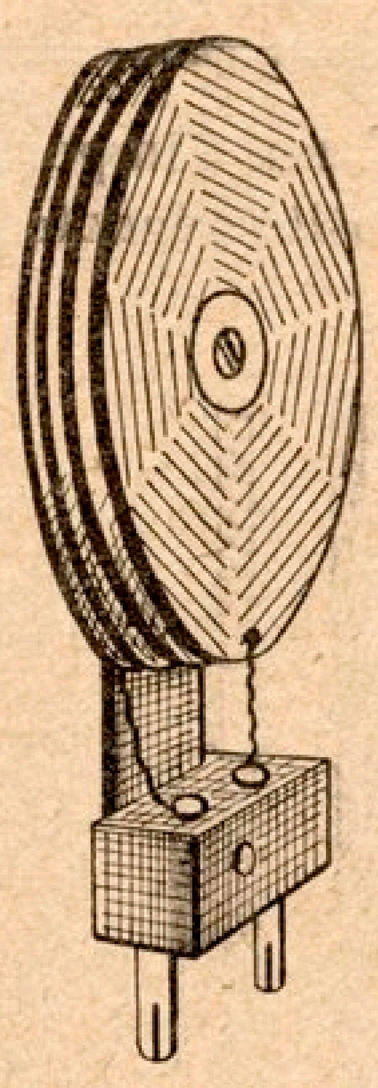


Fig. 124. — Inductance à plusieurs galettes.

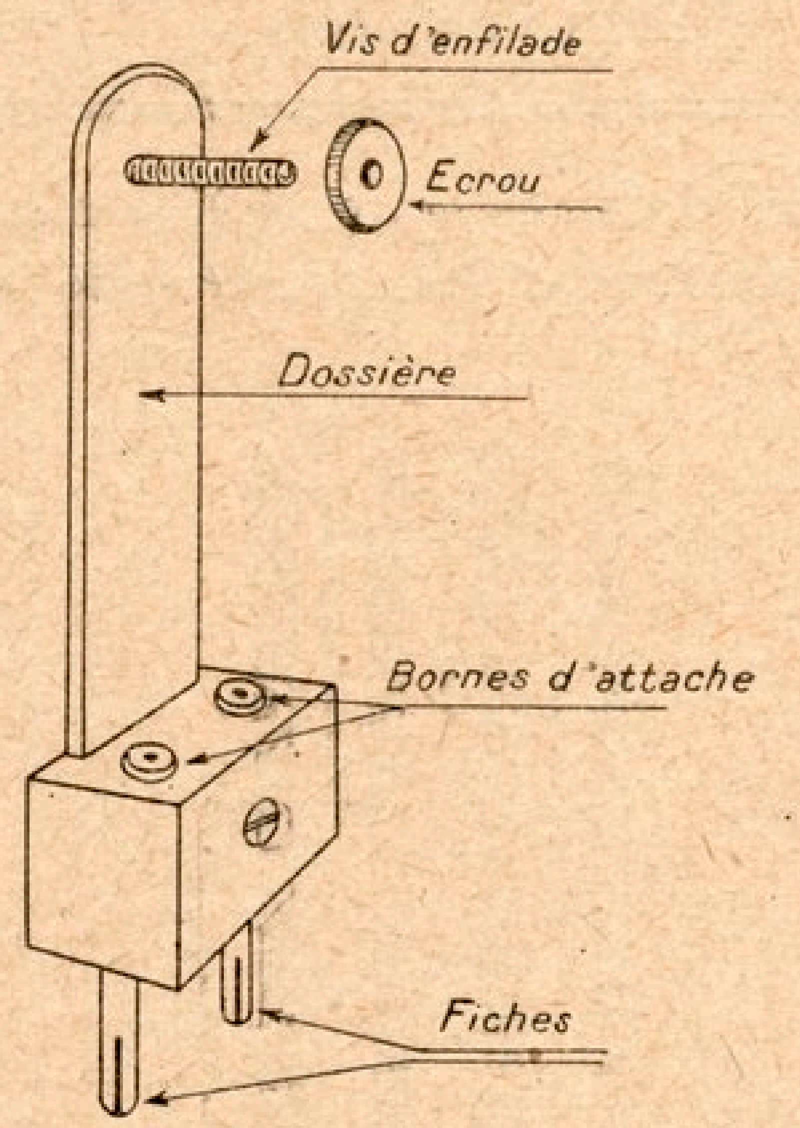


Fig. 125. — Support F. Duroquier pour réaliser soi-même des inductances anticapacitaires.

Voici la valeur des inductances que nous utilisons sur une antenne en nappe à quatre brins de 25 mètres, écartés les uns des autres de $1^{m},50$ environ.

ÉMISSIONS ÉCOUTÉES	VALEURS DES INDUCTANCES		
	PRIMAIRE	SECONDAIRE	RÉACTION
Petits postes anglais, allemands et espagnols .... (200 à 500 mètres.)	20 spires	50 spires	1 galette
École supérieure des P. T. T ...... (500 à 1.000 mètres.)	30 spires	60 spires	1 galette
Radiola .... (1.000 à 2.000 mètres.)	2 galettes	2 galettes	1 galette
Tour Eiffel .... (2.000 à 3.000 mètres.)	3 galettes	4 galettes	1 galette

Ces données peuvent être modifiées, suivant l'importance de l'antenne et les caractéristiques du dispositif récepteur ; il

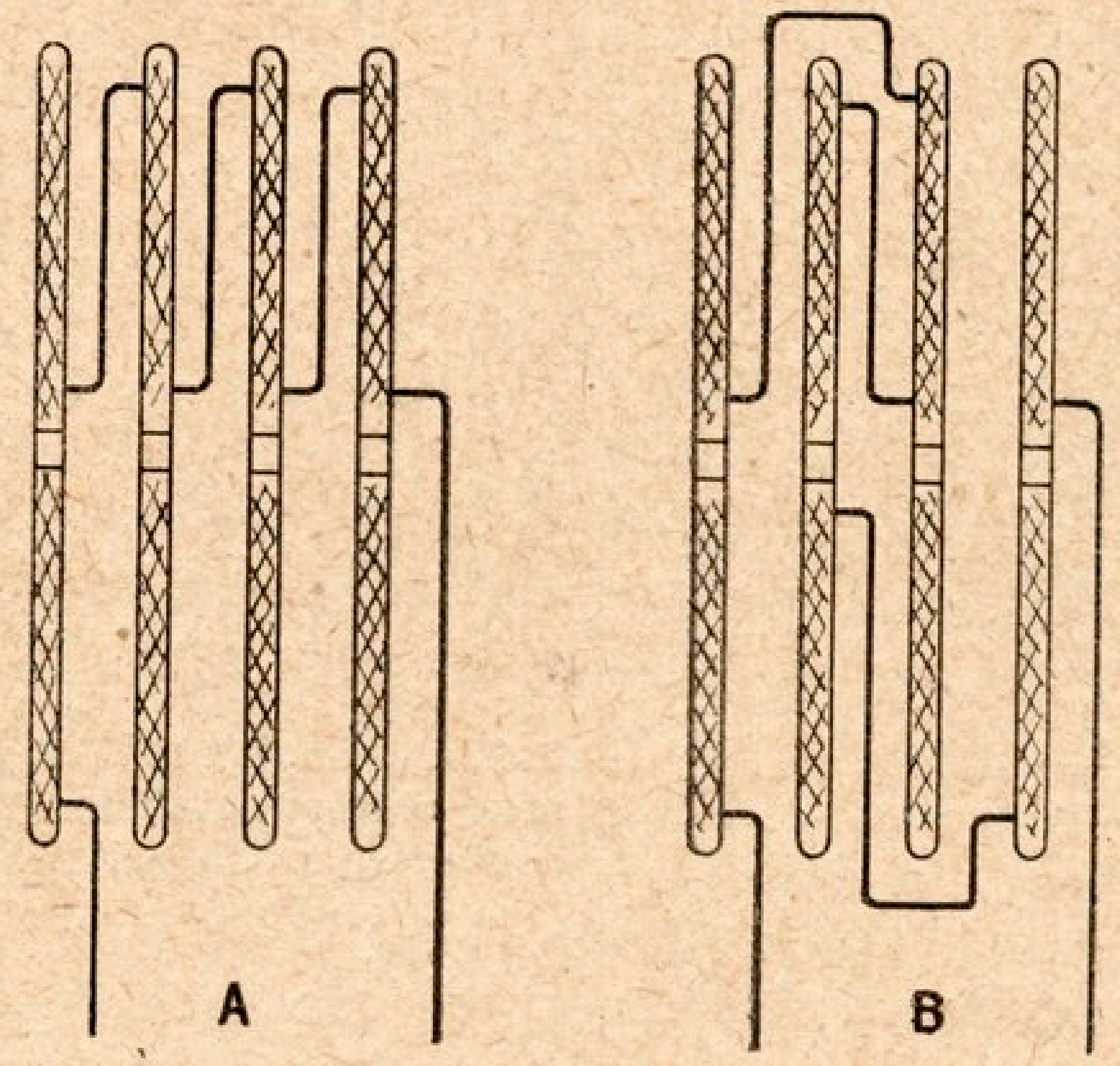


Fig. 126. — Liaison et groupement de « fonds de panier » dans une inductance à galettes multiples.

y aura toujours avantage à augmenter le nombre des spires des petits enroulements ou le nombre des galettes pour

réduire le plus possible la valeur de la capacité d'appoint utilisée pour parfaire un accord.

Dans les inductances à galettes multiples, celles-ci seront reliées en série, comme il est indiqué sur les schémas de la figure 126 ; et groupées suivant le diagramme A ou le diagramme B ; en séparant chaque galette par une rondelle de carton de 2 millimètres d'épaisseur et 3 centimètres de diamètre, on réalise des inductances supérieures aux meilleures galettes du commerce, ayant une self-capacité minima et d'un prix de revient des plus économiques.

Le jeu complet des inductances figurant au tableau ci-dessus peut être confectionné avec quinze galettes *fond de panier* et quelques supports à broches. Un dispositif de couplage à trois réglettes permettra, avec elles, l'essai de tous les montages décrits dans cet ouvrage et dont nous donnons plus loin les différents schémas.

Pont-support des lampes. — La figure 127 est la photogravure de notre pont à quatre lampes, il pourra servir de

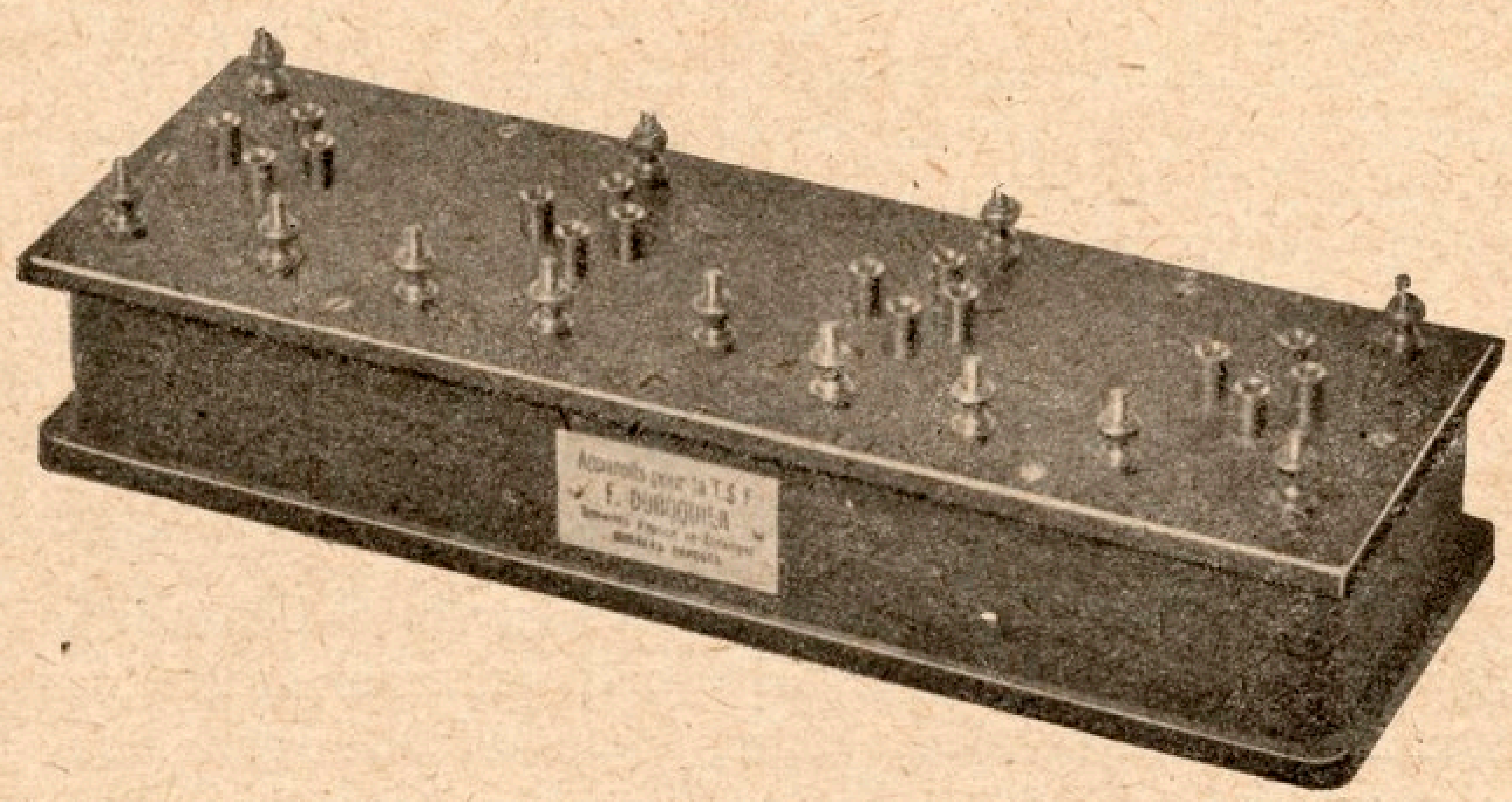


Fig. 127. — Pont-support Duroquier pour quatre lampes permettant tous les montages à deux, trois ou quatre lampes en haute ou en basse fréquence et montages mixtes.

modèle à l'amateur désireux de construire lui-même cet accessoire. Sur une forte planchette d'ébonite (ébonite de

toute première qualité) mesurant environ 23 centimètres de longueur et 7 centimètres et demi de largeur sont disposées des douilles, de dimensions réduites pour éviter tout effet de capacité entre électrodes, destinées à recevoir les quatre broches de chaque lampe. Chaque broche est reliée par une connexion à une borne d'utilisation placée sur le bord avant de la planchette d'ébonite et qui permet de relier chaque électrode des lampes, filament, grille et plaque aux points convenables du circuit de réception.

Des bornes de connexions aux batteries de chauffage ont été prévues et sont rangées sur le bord arrière du socle isolant; les deux bornes de l'extrémité gauche du pont-support se branchent au circuit oscillant de réception, les deux bornes d'extrême droite reçoivent le téléphone.

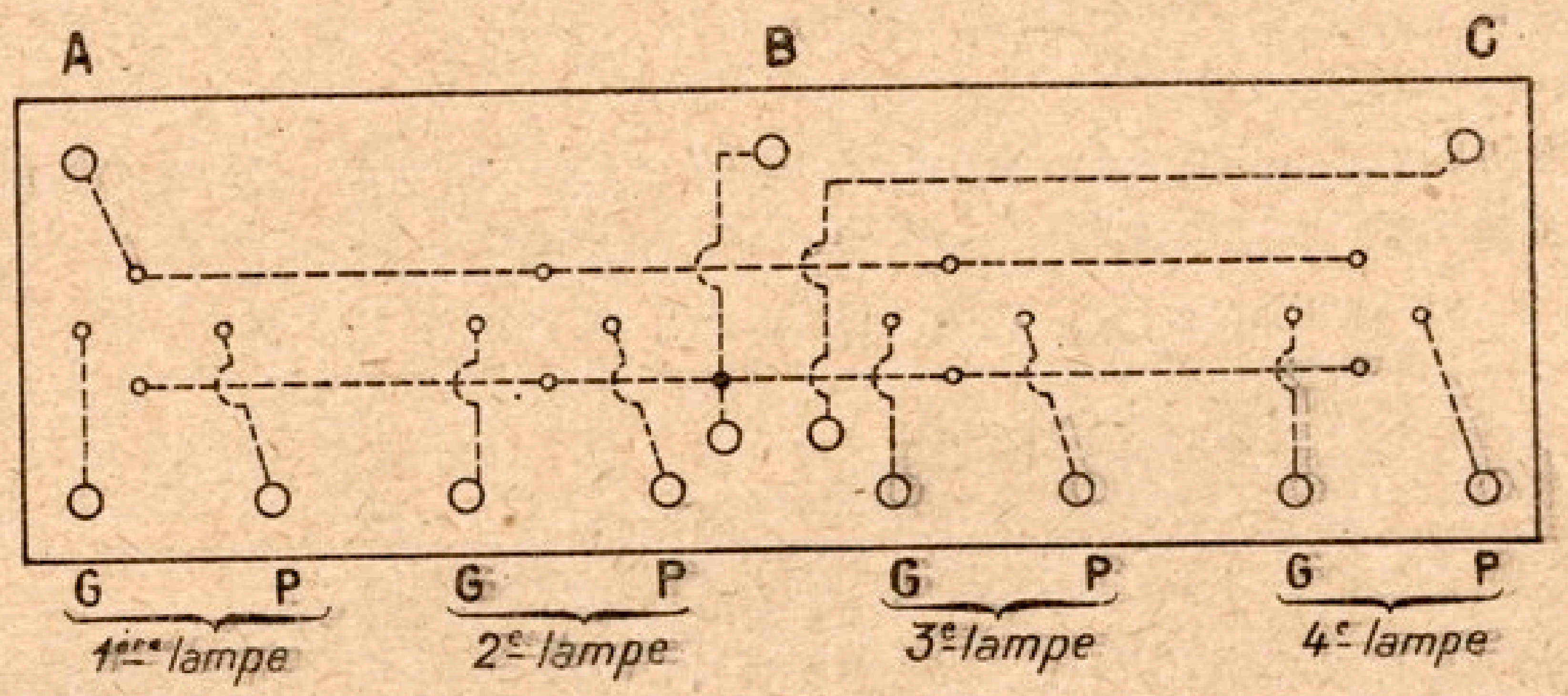


FIG. 128. — Schéma des connexions du pont-support Duroquier pour quatre lampes.

Toutes les connexions, représentées sur le schéma de la figure 128, sont établies de telle sorte qu'aucune perte par capacité n'est possible entre elles, le chevauchement de deux connexions étant réalisé par un pont de 1 centimètre de hauteur.

Les connexions demeurent protégées à l'intérieur d'un coffret hermétique, entièrement noyées dans un bloc de paraffine anhydre.

L'amateur qui construira lui-même son pont-support devra

veiller à ce qu'aucune borne ni connexion ne soit en contact avec le bois du coffret de protection ; sans cette précaution, l'appareil récepteur aurait tendance à siffler et la réception des ondes courtes, en particulier, deviendrait impossible avec lui.

La paraffine du commerce contenant assez souvent des traces d'eau, il est de la plus grande importance de prolonger quelque temps l'état de fusion de la paraffine destinée à noyer les connexions du pont-support.

Les bornes et les douilles utilisées seront de préférence très petites ; le fil à connexion aura 1 millimètre de diamètre et ne sera pas isolé ; il devra se trouver très fortement serré entre deux petites rondelles de cuivre sous le pied des douilles ou des bornes, pour que la paraffine fondue répandue dans le coffret ne vienne pas l'isoler dans ces pièces.

Table de résistances et condensateurs de liaison. — Résistances et condensateurs de liaison sont les organes essentiels du dispositif amplificateur et ceux dont la réalisation demande le plus de soin.

Lorsqu'on dispose d'un milliampèremètre de précision et d'un capacimètre, l'établissement de ces éléments est relativement aisé ; mais il n'est pas impossible, sans appareil de contrôle, d'établir des résistances et des condensateurs de bon fonctionnement, et le lecteur y parviendra sûrement s'il suit exactement les directives que nous lui donnerons.

La tablette sur laquelle sont disposés, dans un ordre qui élimine toute connexion inutile, les organes de notre table de résistances et condensateurs de liaison, est une planchette d'ébonite à grain extrêmement fin et dur ; elle mesure 12 centimètres sur 8 centimètres.

Le groupement des condensateurs et des résistances dans la table F. Duroquier est celui que représente le schéma de la figure 130 ; ce diagramme est superposable à la gravure de la figure 129.

La première phase de fabrication de la table ci-dessus consiste dans le perçage de la tablette sur laquelle sont disposés

en quinconces huit petits trous destinés à recevoir les pieds des bornes de connexion.

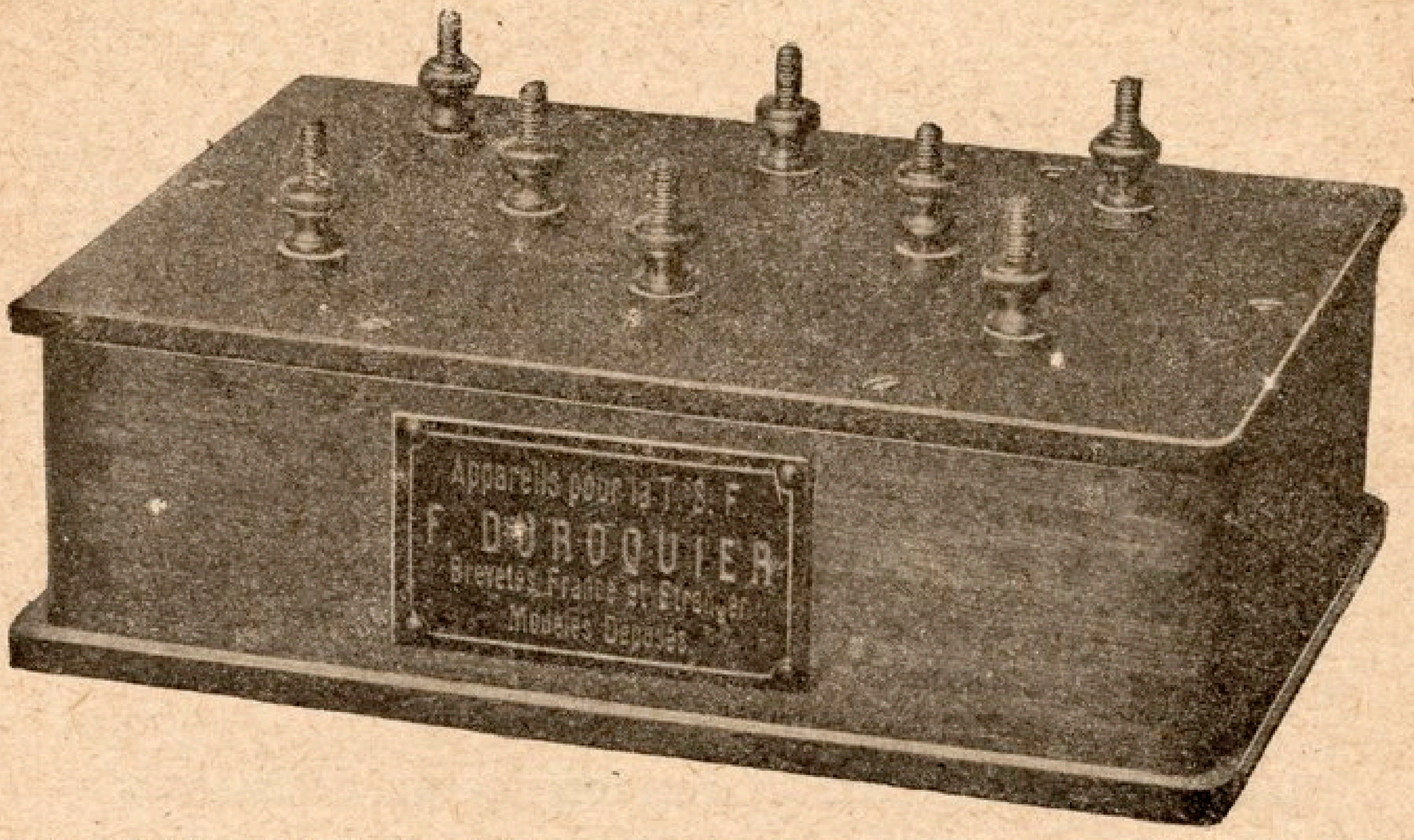


FIG. 129. — Table de résistances et condensateurs de liaison Duroquier.

La planchette est ensuite poncée avec de la poudre tamisée à la soie ; le travail du ponçage doit se faire dans le sens de la longueur de la planchette et être très régulier.

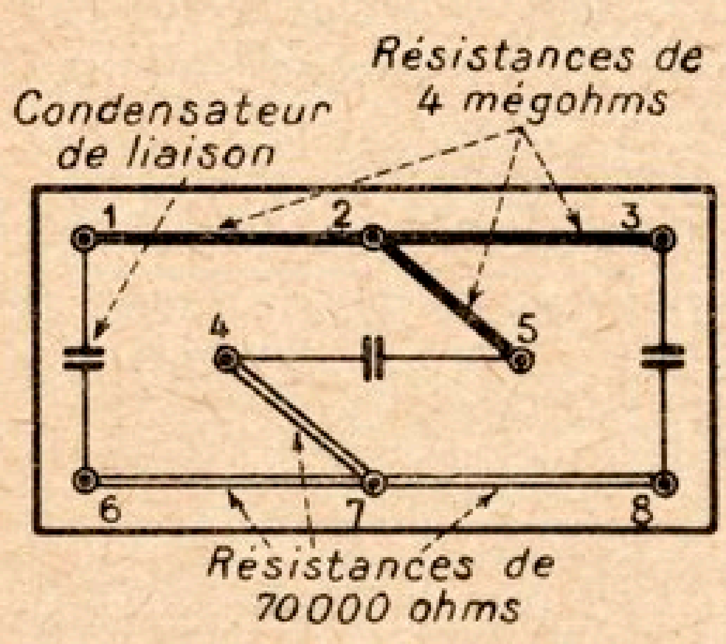


FIG. 130. — Schéma de la table de résistances et condensateurs de liaison Duroquier.

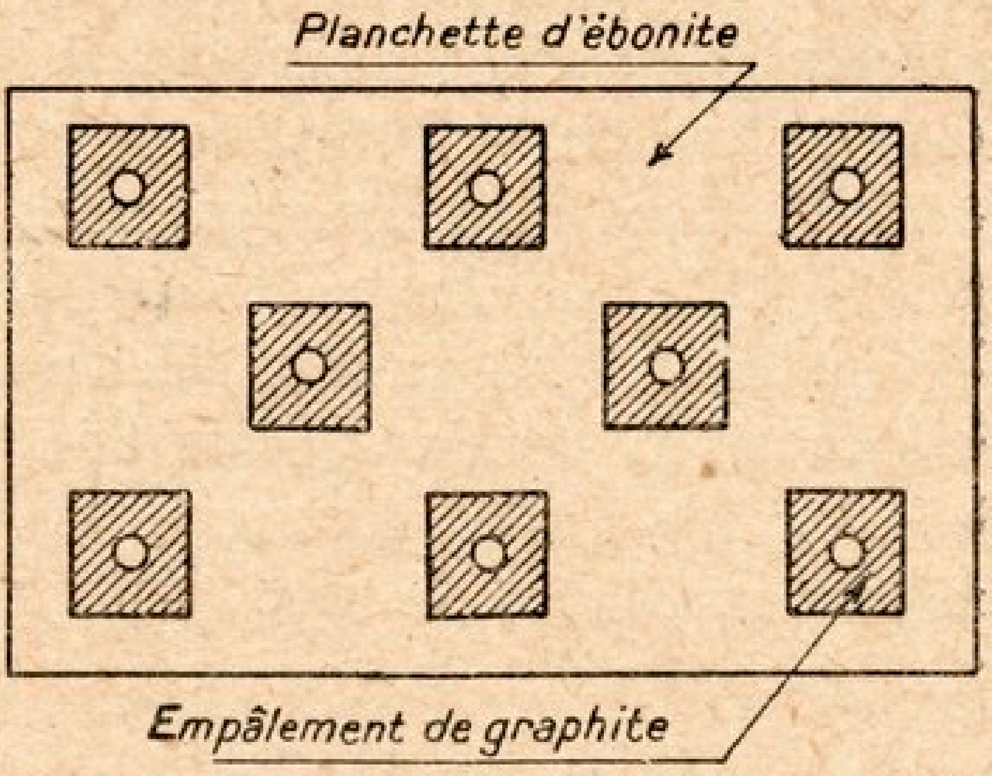


FIG. 131. — Empâtements de graphite sur tablette d'ébonite.

Autour de chacun des trous dont la tablette est percée, on dépose un frottis de graphite de 1 centimètre carré (*fig.* 131).

Personnellement nous utilisons pour cette opération du graphite pur, calciné afin de le débarrasser de toute matière étrangère susceptible de brûler lors du passage d'un courant élevé ou susceptible de s'altérer à l'usage. Chaque empâtement est soigneusement écrasé à l'agate et poli; lorsqu'il est terminé, il ne doit pas présenter le moindre grain et ne doit pas avoir d'épaisseur: son aspect a le poli brillant d'un miroir.

On place alors les bornes 2 et 7 en disposant entre le pied de la borne et l'empâtement de graphite une rondelle de cuivre et une rondelle de plomb, celle-ci, en s'écrasant sur le graphite, réalise une bonne connexion électrique de la borne et de l'empâtement. Le contre-écrou destiné à maintenir la vis de borne sur la tablette doit être serré à bloc.

Les trois petits condensateurs se montent ensuite; ils sont, dans notre appareil, constitués par des bandelettes de papier d'étain séparées par une feuille mince de mica transparent préalablement trempée dans un bain de paraffine bouillante.

Les bandelettes métalliques sont posées directement sur le frottis de graphite contre lequel elles sont solidement maintenues par le pied de chaque borne garni de sa rondelle de cuivre et d'une lamelle de plomb.

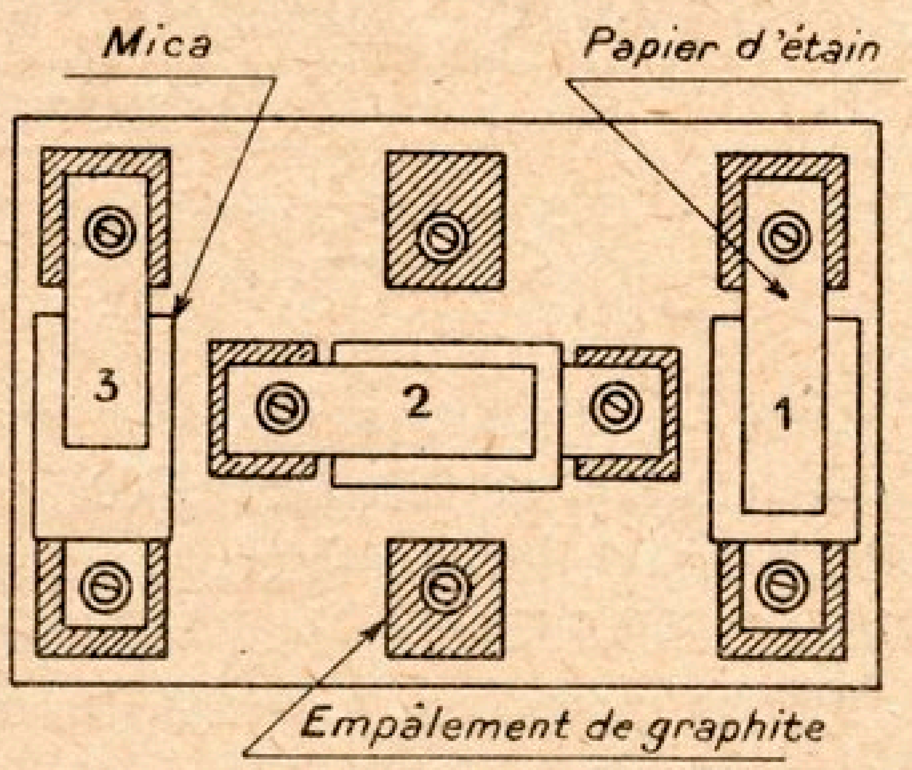


FIG. 132. — Disposition des condensateurs de liaison dans la table Duroquier.

Les bandelettes sont alors calibrées, on glisse entre elles le petit carreau de mica paraffiné sur lequel on les fait adhérer au moyen d'un petit fer électrique; la tablette passe ensuite au banc d'étalonnage pour la correction de la valeur des petites capacités, au moyen du pont de Sauty; cette opération est très délicate et demande un tour de main exercé.

Lorsque les trois condensateurs de liaison sont terminés,

on établit les résistances ; travail fort délicat encore, que nous effectuons au milliampèremètre de précision. Les frottis de graphite reliant deux à deux les empâtements sont faits à l'estompe avec du graphite en poudre préparé comme précédemment, ils sont soigneusement écrasés et polis à l'agate ; la confection d'une résistance exige un temps assez long ; mais lorsque cette opération a été conduite avec soin, elle donne des résistances robustes, invariables, et sans self-induction de beaucoup préférables au point de vue rendement et durée aux résistances à l'encre de chine, en ocellite, à dépôt métallique pelliculaire, etc.

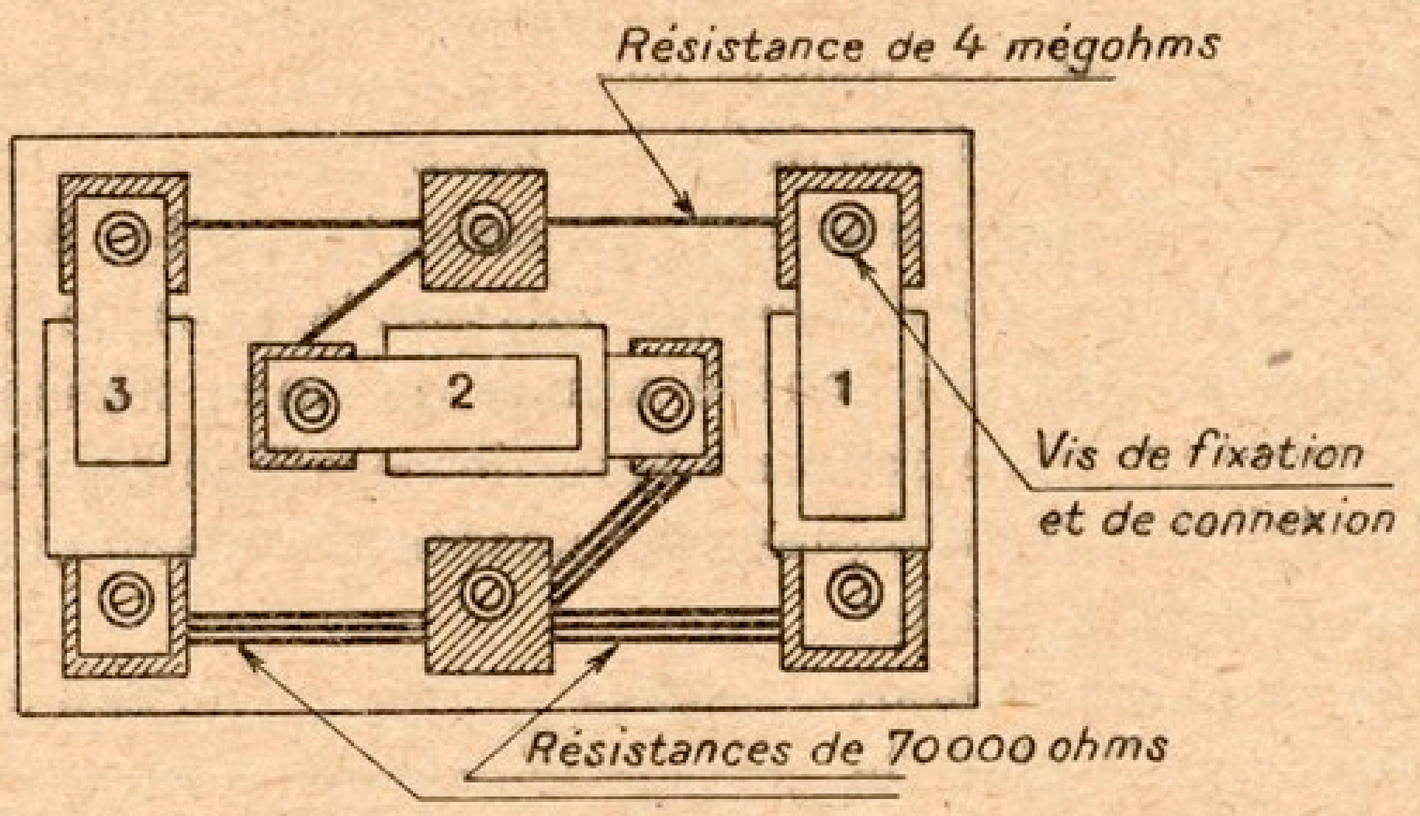


FIG. 133. — Tablette Duroquier pourvue de ses condensateurs de liaison et de ses résistances (vue en dessous).

Nos résistances sont enfin recouvertes d'un vernis à la fois souple et imperméable ; la tablette portant les résistances et les condensateurs de liaison est fixée sur un coffret d'ébénisterie, les bords en sont lutés à la paraffine, un tambour paraffiné enferme hermétiquement le dispositif à l'abri des poussières, de l'air et de l'humidité.

L'amateur disposera rarement des moyens de construire sa table de résistances comme il vient d'être dit ; il devra, néanmoins, apporter beaucoup de soin à la confection de cet appareil. Il s'écartera peu d'un étalonnage convenable en donnant aux armatures des petits condensateurs une surface active de 2 centimètres carrés par armature pour les deux premiers

inscrits entre les bornes 1 et 6 ; 4 et 5 et une surface active de 1 centimètre carré seulement pour le troisième, inscrit entre les bornes 3 et 8.

Les résistances de 4 mégohms (4.000.000 d'ohms) seront faites d'un trait de crayon à mine tendre de 1 demi-millimètre de largeur, la distance entre bornes étant de 3 centimètres environ.

Les résistances de 70.000 ohms auront une largeur de 1 centimètre.

Ainsi réglée *au petit bonheur*, la tablette de résistances peut ne pas donner une réception excellente, mais il est facile, au cours d'un premier essai, de corriger la valeur des résistances défectueuses en augmentant ou en diminuant la largeur des bandes crayonnées jusqu'à ce que le sifflement ou le ronflement qui couvre la voix entendue avec un appareil mal étalonné ait complètement disparu.

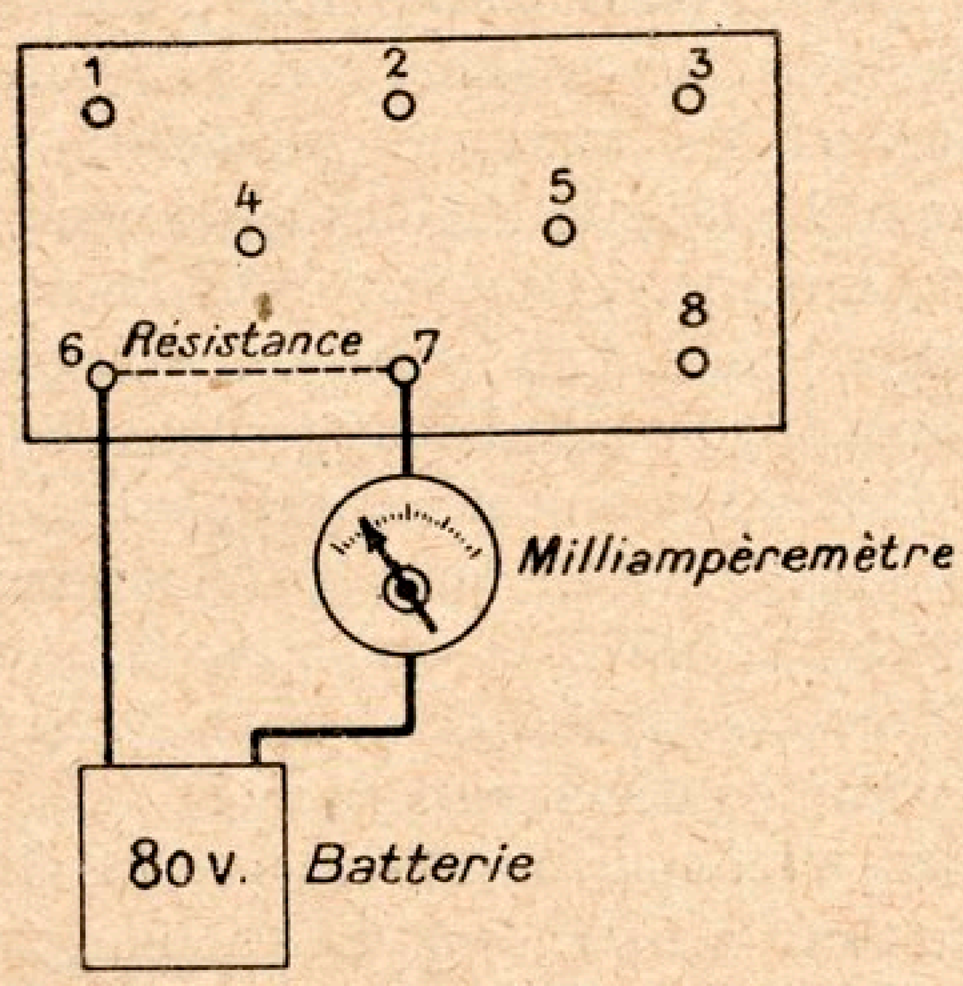


Fig. 134. — Mesure d'une résistance de 70.000 ohms.

Avec un petit milliampèremètre de contrôle (*fig.* 134), l'amateur pourra mesurer la valeur des résistances de sa table. Une résistance de 70.000 ohms montée en série avec une batterie de 80 volts et le milliampèremètre doit laisser passer un courant d'intensité égale à $\frac{80.000}{70.000}$, soit 1,14 milliampère environ (pour une mesure très précise il y a lieu de tenir compte de la résistance intérieure de la batterie et de la résistance propre du milliampèremètre).

Pour assurer une bonne conservation des résistances, on placera la tablette achevée dans le couvercle d'une boîte de carton où elle sera scellée par une bordure de paraffine.

Écouteur téléphonique ou haut-parleur. — Nous ne cacherons pas au lecteur notre peu d'enthousiasme pour les auditions en haut-parleur, rappelant à s'y méprendre le nasillement du phonographe; nous leur préférons les auditions au casque téléphonique qui conservent à la voix son timbre et sa pureté.

Si vous tenez absolument à recevoir un haut-parleur, faites du moins l'acquisition d'un instrument sérieux. Les meilleurs portent les marques suivantes : Brown, Brunet, Lelas, Lumière; ils sont malheureusement d'un prix élevé; nous vous recommandons le petit *Lelas*, moins puissant que les précédents, mais d'une sonorité qui convient à des auditions en famille; son prix d'achat est tout à fait raisonnable.

Faites également un choix judicieux de votre écouteur téléphonique; méfiez-vous des teléphones bon marché dont l'existence est brève et qui vous coûteront en réparations plus d'argent que vous n'en auriez dépensé pour l'acquisition d'un écouteur de bonne marque.

Le téléphone à utiliser avec les dispositifs à lampes décrit aura une résistance de 2.000 ohms par écouteur, soit une résistance totale de 4.000 pour un casque à deux oreillettes ; résistance utile bien entendu, c'est-à-dire conséquence du grand nombre d'ampères-tours bobinés sur les noyaux polaires et non pas résistance factice due à l'emploi d'un bobinage en fil trop fin ou en fil de haute résistivité, constantan ou ferro-nickel.

Les téléphones F. Duroquier, type *radio-concert*, établis spécialement pour l'écoute des émissions radiophoniques joignent à une très grande robustesse, une extrême sensibilité et une sonorité sans égale. Ils sont capable de supporter des tensions plaque supérieures à 100 volts.

Les cordons des téléphones ou du haut-parleur seront faits d'un câble souple non « boudiné » et non torsadé.

Un petit condensateur fixe de 1/1000 sera monté aux bornes du téléphone et favorisera le passage des oscillations que la self-induction des bobines polaires pourrait arrêter ; ce condensateur protégera aussi l'écouteur contre l'effet de parasites violents.

Batterie de chauffage. — La batterie de chauffage destinée à l'alimentation des filaments des lampes du récepteur à quatre étages H. F. sera constituée par deux accumulateurs de 40 à 60 ampères-heures; une plus grande capacité ne peut qu'être avantageuse en rendant moins fréquente la nécessité des recharges.

Les accumulateurs seront toujours chargés convenablement; pour un voltage favorable, les filaments des lampes doivent avoir non l'aspect d'un fil rouge, mais celui d'une chenille éblouissante occupant presque entièrement l'intervalle limité par la grille.

Un accumulateur de 80 ampères-heures peut assurer un service d'écoute d'une heure chaque jour pendant tout près d'un mois avec le dispositif à quatre lampes.

Lorsqu'on monte un appareil à lampes, il est prudent de commencer par brancher l'accumulateur de chauffage pour s'assurer qu'il alimente les filaments ; c'est souvent pour n'avoir pas pris cette précaution que des amateurs distraits ont brûlé leurs lampes en y faisant passer par erreur le courant destiné au circuit de plaque.

Un rhéostat de chauffage n'est pas indispensable avec le dispositif à résistances; néanmoins nous conseillons son emploi dans la connexion négative de la batterie de chauffage, pour le cas où il serait fait usage de lampes *radio-micro* qui fonctionnent également bien avec le récepteur à résistances, mais qui demandent un chauffage plus faible (3^v,2 au maximum) que les lampes *Métal* ou *Mazda*.

Trois blocs de piles sèches types P. T. T. de grande capacité peuvent, groupés en série, alimenter le poste universel à quatre lampes muni de lampes « radio-micro » pendant plusieurs mois à raison d'une heure d'écoute par jour ; c'est là un avantage fort appréciable pour un amateur qui n'a pas la facilité de faire recharger ses accumulateurs.

Batterie de plaques. — La batterie de plaques ou de haute tension est habituellement de 40 volts pour la réception des moyennes longueurs d'onde, de 80 au minimum pour

la réception des ondes courtes avec le dispositif à résistances. Cette batterie peut être constituée par un ou deux blocs de piles sèches ou par des petits éléments en bac de verre indéfiniment rechargeables. Pour conserver ces derniers longtemps en service en évitant une polarisation prématurée, l'amateur prendra soin de disposer ses bacs en verre côte à côte mais sans contact sur un plateau de bois pourvu d'un rebord de 3 centimètres de hauteur ; une couche de paraffine de quelques millimètres d'épaisseur répandue uniformément dans le plateau et recevant les bacs avant refroidissement maintiendra ceux-ci en les isolant les uns des autres ; quelques gouttes d'huile de vaseline répandues sur la paraffine solidifiée empêcheront toute perte de courant même au cas où les parois extérieures des vases seraient humides et conserveront les piles de longs mois en bon état.

Il est également prudent de paraffiner les bords des vases en verre ainsi que les bornes de cuivre fixées sur l'électrode positive des piles afin d'éviter la formation de sels grimpants ; dans le même but, on ne chargera pas trop en sel la solution électrolytique, 80 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque par litre d'eau pure suffisent généralement. Si l'on veut empêcher l'usure des zincs en circuit ouvert, on devra les amalgamer en les brossant avec un pinceau métallique imbibé de mercure et d'eau étendue d'acide sulfurique.

On utilise aussi fréquemment pour le courant de plaques une batterie de petits accumulateurs (capacité 3 ampères-heures) ; une telle batterie peut donner un courant utile pendant un ou deux mois, elle se recharge d'ailleurs aisément sur un courant continu 110 ou 120 volts en intercalant simplement dans le circuit d'alimentation une petite lampe de 5 bougies.

Les batteries de chauffage et de plaques doivent toujours être *isolées du sol ;* c'est pour avoir négligé de prendre cette précaution que quelques amateurs ont eu à leurs premiers essais quelques pannes de réception.

Utilisation et réglage. — La figure 135 donne le schéma des connexions qui doivent relier entre eux les différents or-

ganes du récepteur radiophonique à quatre lampes. Ces connexions seront faites en fil rigide entre le pont et la table de résistances ; il n'est pas nécessaire que ce fil soit isolé, mais on veillera à ce que les conducteurs reliant les bornes 3 et 8 de la table aux bornes correspondantes du pont se chevauchent à 1/2 centimètre de distance. Toutes les autres connexions seront en fil souple convenablement isolé.

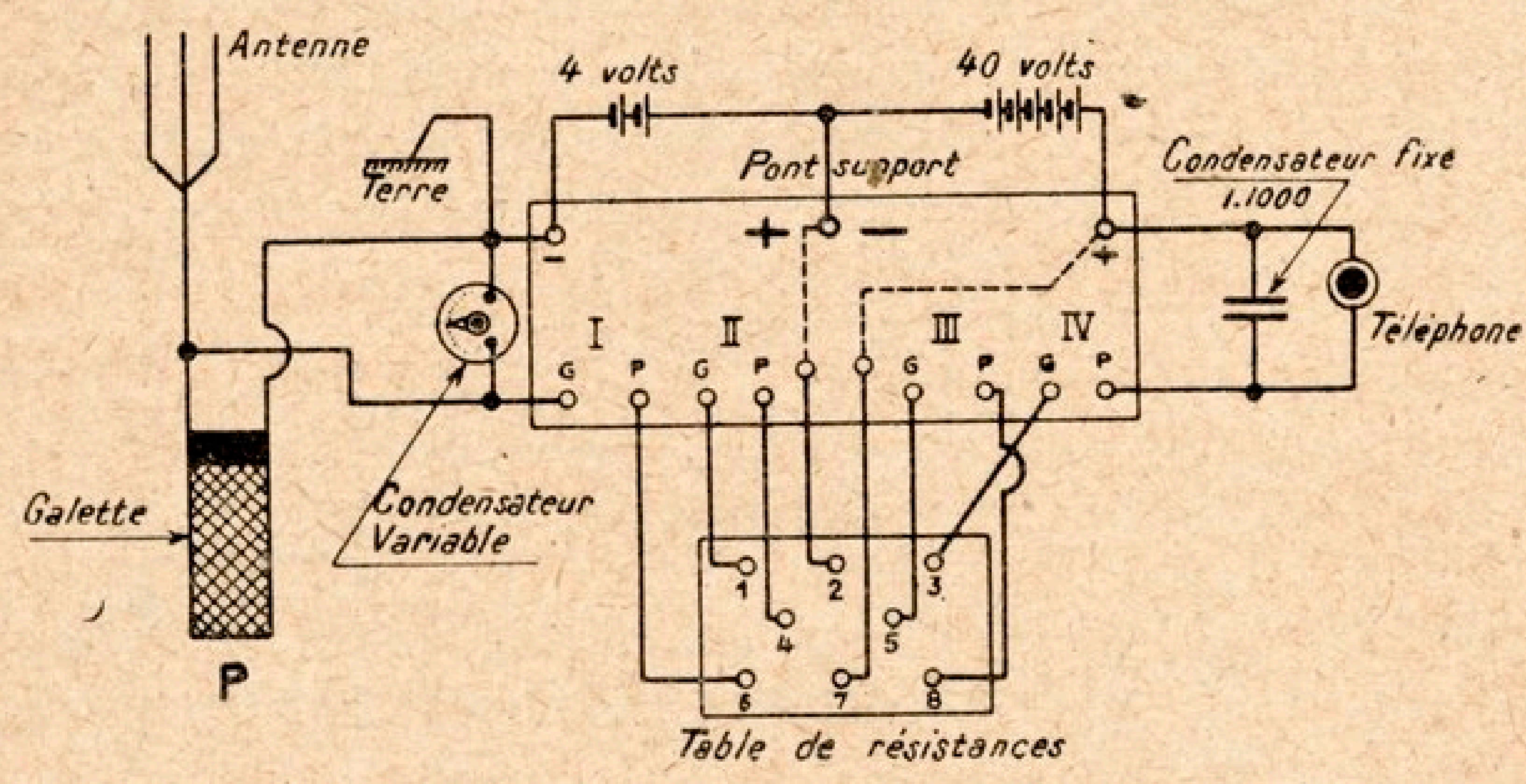


FIG. 135. — Schéma des connexions de l'appareil à quatre lampes H. F.

Toutes les connexions seront aussi courtes que possible ; un fil de 1 millimètre de diamètre conviendra pour les conducteurs rigides, les connexions souples seront en câble à plusieurs brins d'un diamètre total de 2 millimètres.

Le dispositif d'accord ou circuit oscillant de réception représenté sur le schéma de la figure 135 est une des inductances que nous avons appris à confectionner plus haut ; un condensateur d'appoint de 1 millième de microfarad est inséré entre les bornes de cette inductance. Le montage ainsi réalisé est un montage en direct ; c'est avec l'appareil à résistances un dispositif fort simple puisque le réglage s'obtient uniquement par le jeu du condensateur, et en même temps un dispositif bien sélectif.

L'amateur débutant devra commencer par établir toutes les connexions, sauf celles des batteries de piles ; il placera ensuite les lampes sur le pont en s'assurant que les broches

et les douilles sont en bonne liaison électrique ; il établira ensuite les connexions de la batterie de chauffage et s'assurera que les filaments deviennent tous incandescents à la fermeture du circuit ; en dernier lieu seulement il placera la batterie à haute tension.

L'emploi d'un dispositif d'accord par induction ou en Tesla ne nécessite pas de modification importante dans le montage du récepteur à résistances ; la figure 136 indique la façon d'établir les connexions entre l'appareil et les deux galettes inductives. L'inductance primaire insérée entre l'antenne et la prise de terre sera shuntée par une capacité va-

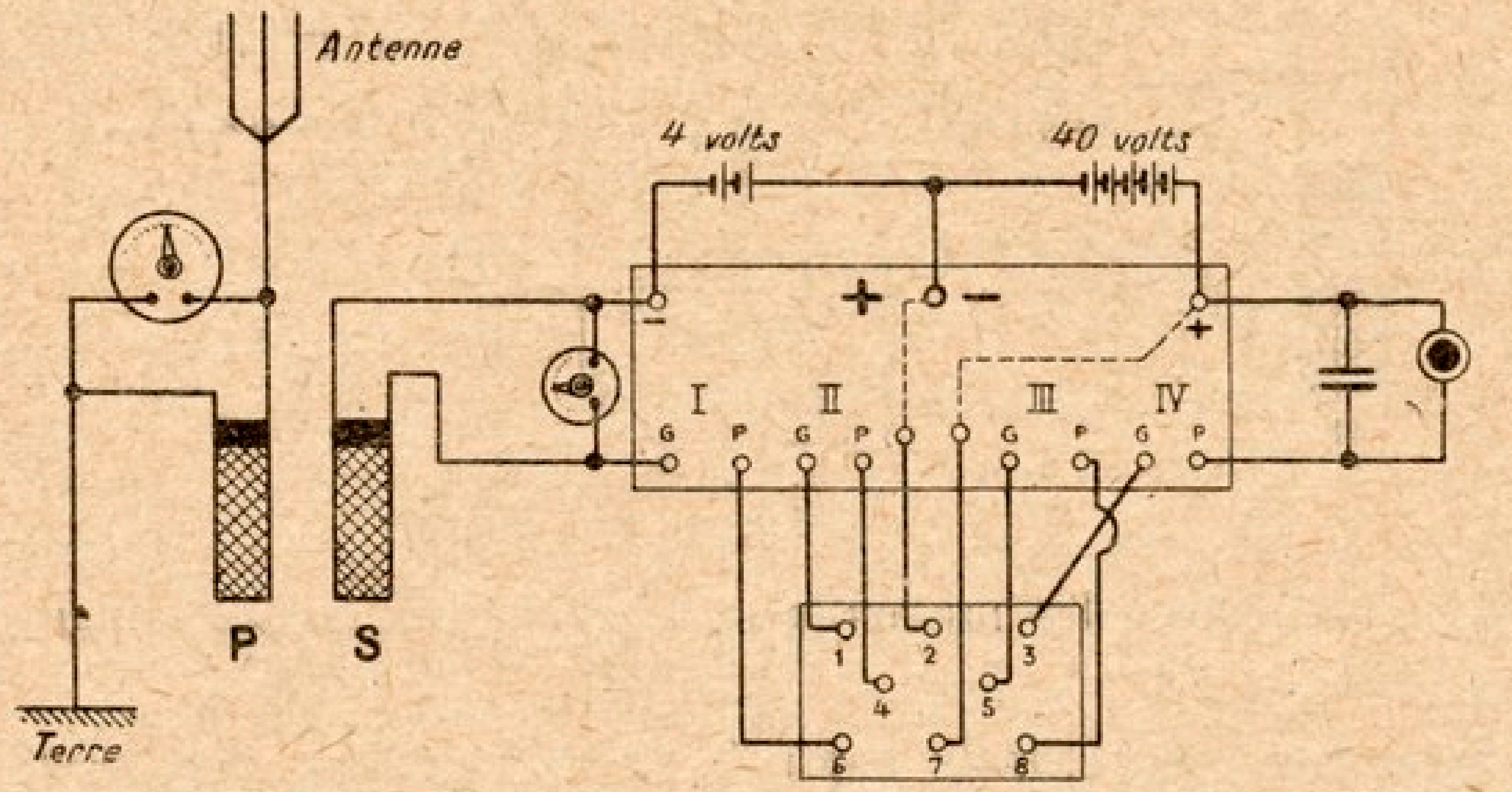


Fig. 136. — Montage du récepteur H. F. avec dispositif d'accord en Tesla.

riable pour la réception des ondes de longueur supérieure à la longueur d'onde minima pour laquelle l'inductance P a été étalonnée ; cette capacité sera, au contraire, placée en série avec l'inductance si la longueur d'onde à recevoir est légèrement plus courte que la longueur d'onde minima de P.

Un des avantages du récepteur H. F. à résistances est de pouvoir fonctionner dans d'excellentes conditions avec deux lampes seulement ; la figure 137 montre le dispositif à réaliser pour passer d'une réception sur quatre lampes à une réception sur trois ou sur deux ; une petite manette commutatrice à trois directions reporte la connexion plaque du téléphone sur la plaque de la dernière lampe utilisée. L'amateur doit enlever du pont-support les audions inutilisés.

On améliore très sensiblement, en l'amplifiant, une audition perçue au moyen du dispositif à résistances en faisant réagir

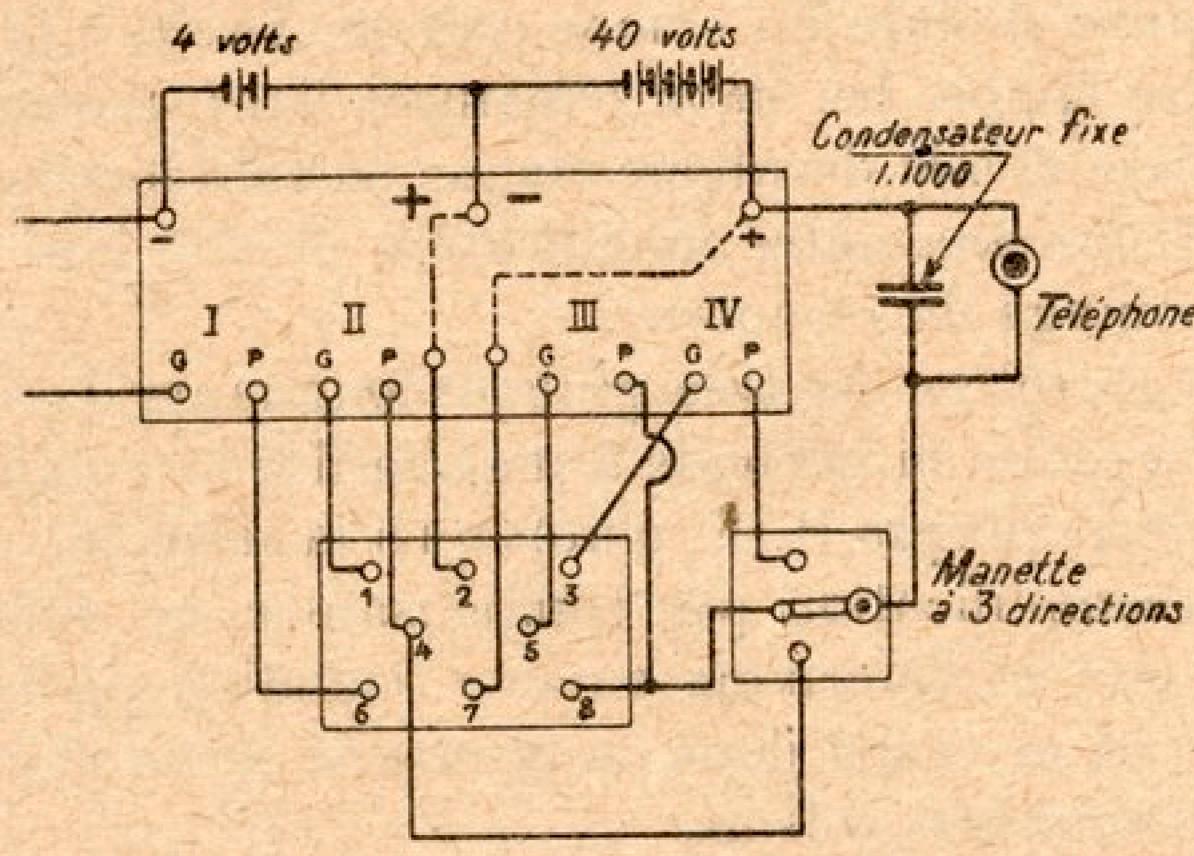


FIG. 137. — Dispositif pour la suppression d'une ou deux lampes H. F.

la grille de la première lampe sur la plaque de cette lampe ou sur celle de la lampe suivante par l'intermédiaire du con-

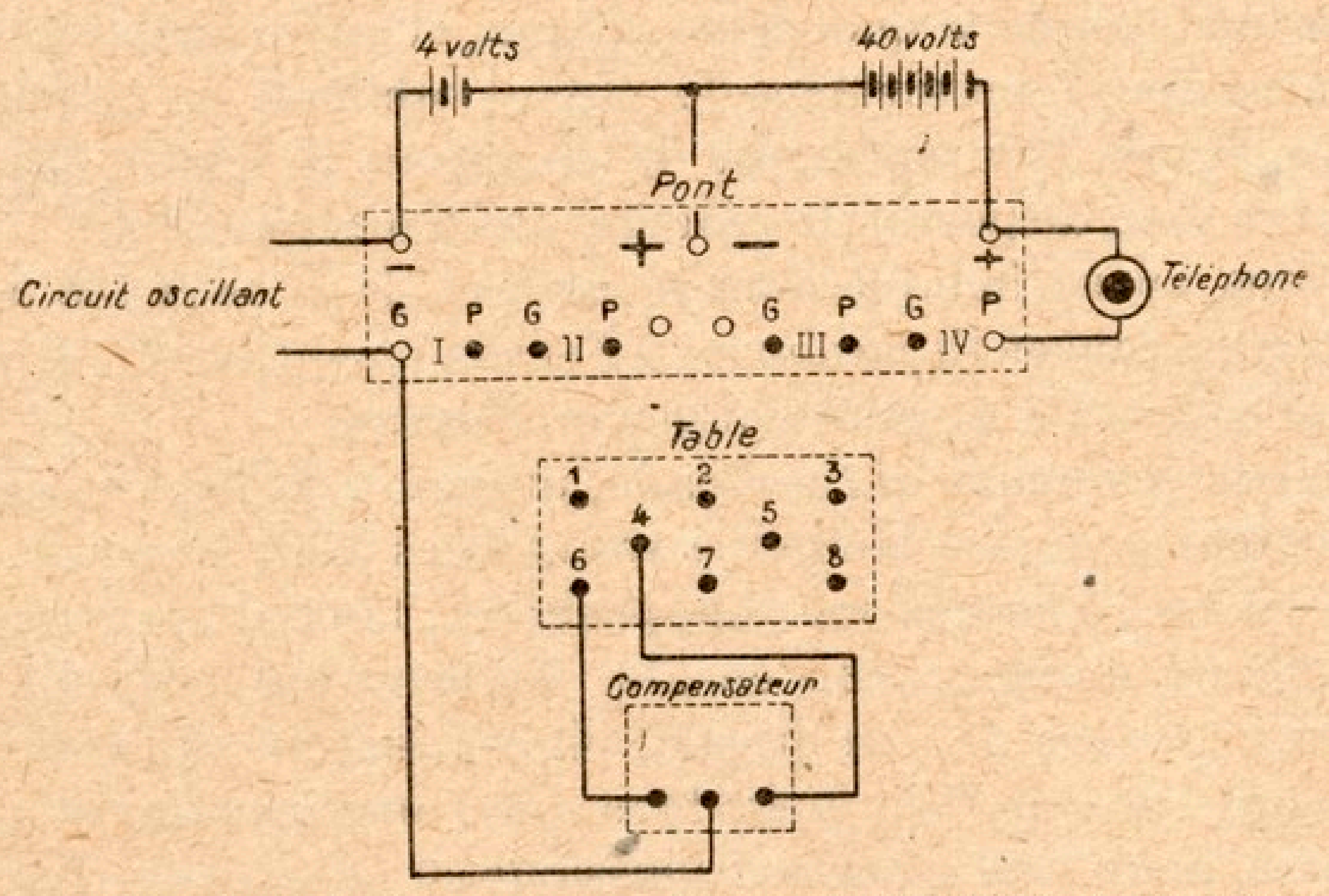


FIG. 138. — Emploi d'un compensateur pour réception des ondes entretenues et superamplification par *réaction électrostatique*.

densateur à trois armatures (compensateur) dont il a été déjà question dans cet ouvrage.

L'emploi du compensateur permet, de plus, la réception des ondes entretenues, sans le secours d'un hétérodyne ou d'un tikker.

L'armature mobile du compensateur se relie à la grille de la première lampe, les deux armatures fixes respectivement à la première et à la deuxième plaque suivant le schéma de la figure 138. Aucune autre modification ne doit être apportée dans le montage du récepteur.

Pour la réception des très grandes longueurs d'onde, il y a avantage à relier la seconde armature fixe du compensateur à la quatrième plaque H. F. plutôt qu'à la seconde.

La superamplification par compensateur ne déforme pas les sons; elle ne détermine aucune radiation parasite dans l'antenne; on ne craint donc pas avec elle de troubler les réceptions d'amateurs voisins.

La réception des ondes entretenues et la superamplification peuvent être obtenues par un autre procédé de réaction, dite électromagnétique, que l'on réalise au moyen d'un enroulement de sens déterminé inséré dans le circuit de la seconde ou de la quatrième plaque, et qu'on couple réactivement avec l'enroulement du circuit oscillant de réception.

La figure 139 représente le récepteur à quatre lampes pourvu d'un dispositif de réaction électromagnétique.

Nous avons indiqué dans le tableau de la page 138 la valeur qu'il convenait de donner à l'enroulement réactif R pour la réception des diverses longueurs d'ondes.

Certains auteurs ont prétendu, un peu à la légère, que le récepteur à quatre lampes à résistances était impuissant à révéler les émissions sur ondes courtes; faute d'avoir expérimenté un montage convenable, quelques-uns ne sont pas encore revenus de leur erreur... Cependant aucun dispositif à lampes ne convient aussi bien que l'amplificateur à résistances, pour une réception puissante et nette des radio-concerts et des messages radiophonés émis sur ondes courtes.

Le montage que représente le schéma de la figure 140, et dont le réglage est de la plus grande commodité, assure une impeccable réception des émissions du Broadcasting anglais,

même en plein jour. Il permet également d'écouter la radiophonie américaine entre deux et trois heures du matin.

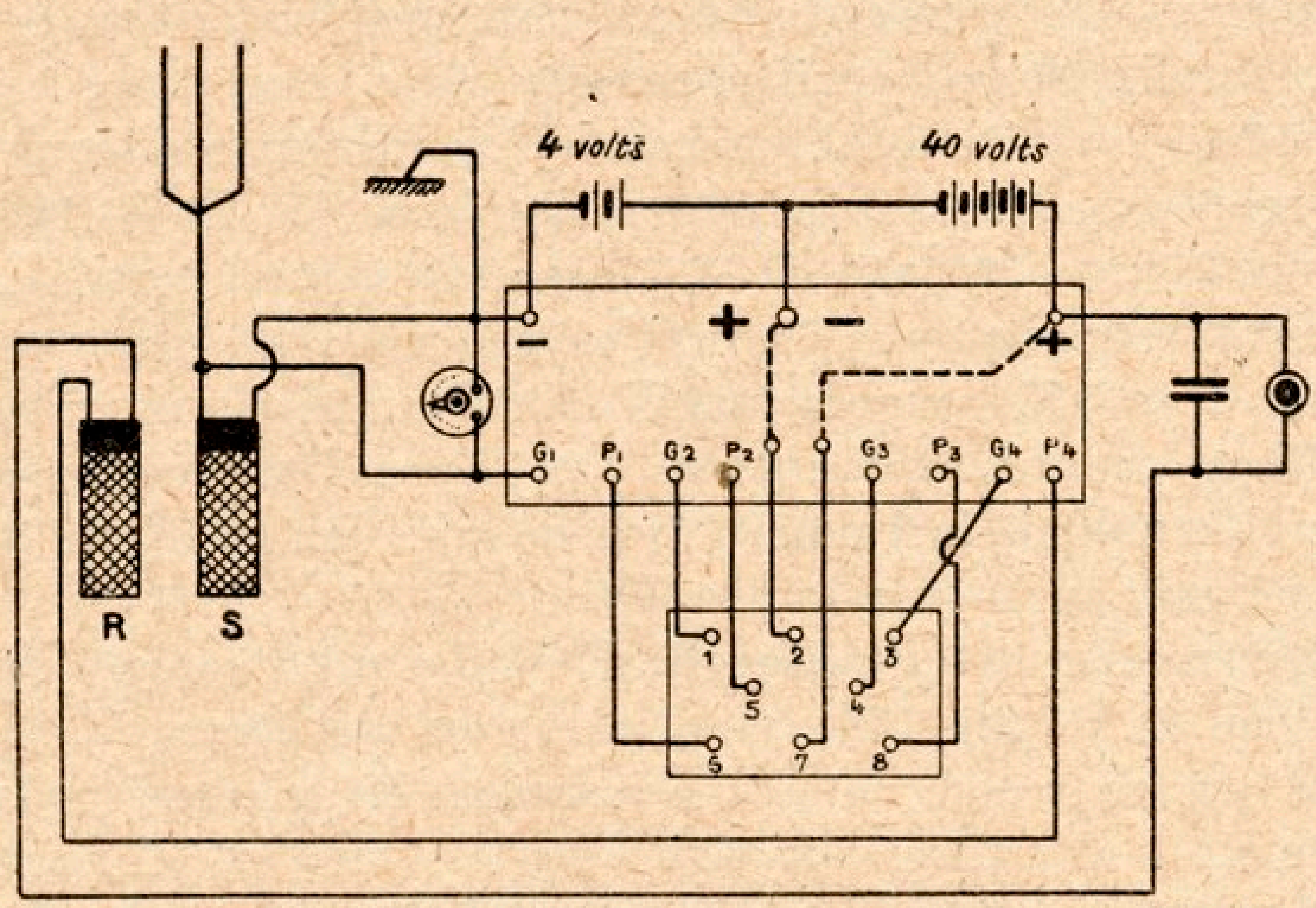


FIG. 139. — Réception des ondes entretenues et superamplification par *réaction électro-magnétique.*

Les appareils à résonance, recommandés jusqu'ici pour la

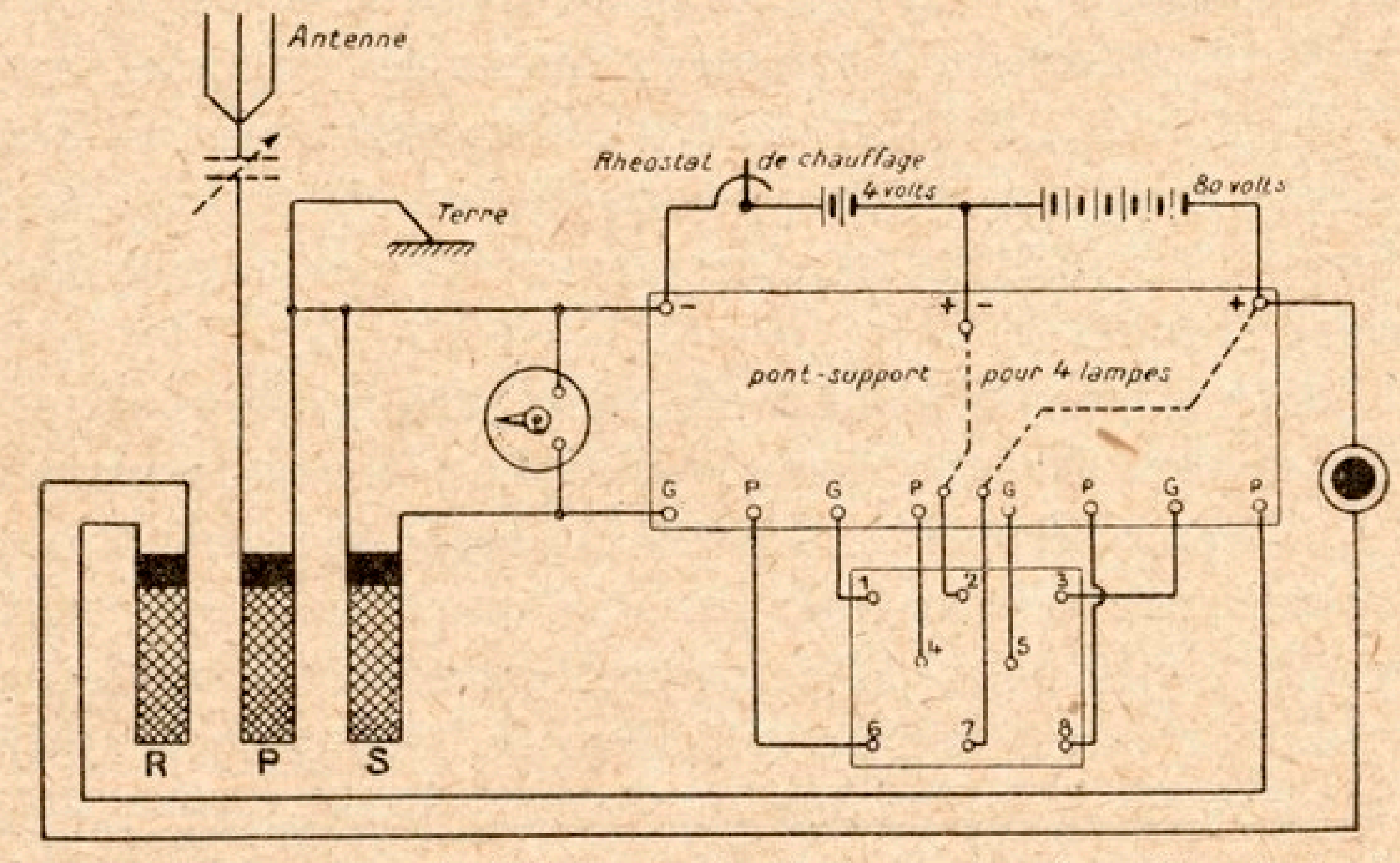


FIG. 140. — Récepteur à résistances équipé pour la réception de toutes les longueurs d'ondes depuis 150 mètres.

réception des ondes courtes, sont d'un maniement fort déli-

cat ; ils exigent dans leur montage plusieurs condensateurs variables et nécessitent l'emploi de verniers et de leviers de manœuvre. Leur sensibilité est nettement inférieure à celle de l'amplificateur à résistances que nous avons décrit et la pureté des auditions obtenues avec ce dernier est incomparablement supérieure à la pureté des leurs. Le dispositif de la figure 140 ne comporte ni condensateur spécial à vernier, ni leviers de manœuvre, l'approche de la main de l'opérateur reste sans effet sur la stabilité de l'accord qu'il permet de réaliser presque uniquement par le jeu d'un condensateur variable unique de capacité quelconque (un quart, un demi, 1 ou 2 millièmes de microfarad).

Les valeurs des galettes R, P et S sont données dans le tableau de la page 138 ; ces valeurs pourront être modifiées en plus ou en moins en ce qui concerne la galette P et la galette S ; — il y aura avantage à écarter un peu les spires de ces galettes de façon à ce qu'entre chaque spire il y ait un espace égal au diamètre du fil, lorsqu'on aura en vue la réception des ondes les plus courtes.

Le condensateur variable représenté en pointillé dans l'antenne ne doit être utilisé qu'avec un collecteur d'ondes ayant plus de 35 mètres de longueur ; pour un aérien moins important, il est tout à fait inutile. Nous recommandons au lecteur de ne pas exagérer les dimensions de son collecteur d'ondes, le dispositif à résistances s'accommodant parfaitement d'antennes réduites.

Il est indispensable d'avoir une batterie de plaques de 80 volts, bien chargée, pour la réception des ondes courtes.

La réception des ondes courtes est difficile avec une entrée de poste traversant un mur ou voisinant avec lui ; l'amateur devra faire passer son fil de descente par le milieu d'un carreau ou par le centre d'un croisillon de bois entre deux vitres.

La réception des ondes courtes est mal assurée avec le dispositif recommandé si on ne dispose pas d'une batterie de plaques bien chargée donnant au moins une tension de 80 volts ; pour la réception des émissions de la Tour Eiffel et de Radiola, il est préférable de n'utiliser que 40 volts.

Le condensateur variable monté aux bornes de l'enroulement secondaire S peut avoir une capacité quelconque, mais il est meilleur d'utiliser un appareil ne dépassant pas 1 millième de microfarad ; sa manœuvre doit être très lente.

Si l'accrochage des petites ondes était laborieux, il y aurait lieu d'inverser les connexions de R (et parfois aussi celles de P). Enfin on pourrait, dans le même but, brancher un condensateur variable entre l'antenne et l'une des bornes de la galette de réaction ; ou entre l'antenne et la première grille en ayant soin dans ce dernier cas, de supprimer la mise à la terre de la borne négative de la batterie de chauffage.

Le couplage des galettes demande à être opéré lentement, le plus souvent la meilleure audition résultera d'un couplage très lâche de la réaction. Voici deux schémas qui renseigneront mieux qu'un long exposé sur les positions favorables des galettes R, P et S pour la réception d'émissions sur ondes courtes ; le premier diagramme représente l'orientation des trois inductances assurant l'accord du dispositif de la figure 140 sur antenne de 25 mètres pour la réception de l'émission de la station de l'École supérieure des Postes et Télégraphes ($\lambda = 450$ mètres); le diagramme de droite la position des mêmes inductances pour la réception du broadcasting de la station de Londres ($\lambda = 365$ mètres).

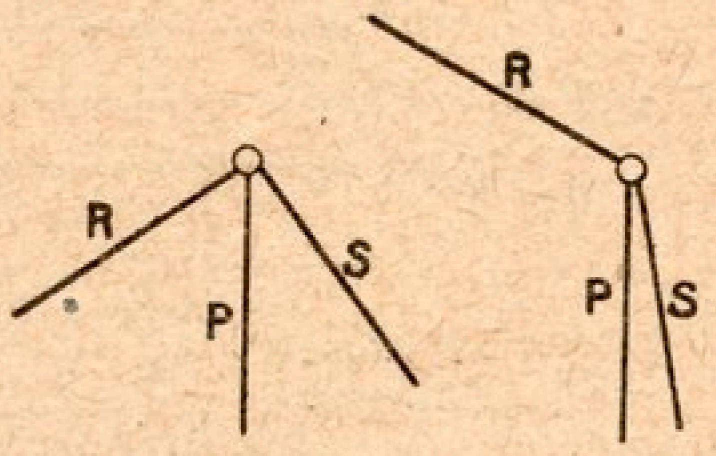


FIG. 141. — Couplage des galettes d'un résonateur assurant deux réceptions différentes sur ondes courtes avec dispositif à résistances.

Addition d'étages B. F. au récepteur à quatre lampes H. F. — Aux très grandes distances, lorsqu'on veut conserver à l'audition des radio-concerts une intensité suffisante pour que ceux-ci soient entendus dans une salle, ou en plein air ; lorsqu'on désire danser au son des orchestres des postes d'émission ou seulement pour recevoir convenablement sur cadre la radiophonie au delà de 300 kilomètres, nous

conseillons d'ajouter au dispositif à quatre lampes H. F. à résistances un étage d'amplification supplémentaire en basse fréquence en utilisant une cinquième lampe alimentée par les mêmes batteries et reliée à l'amplificateur à résistances par l'intermédiaire d'un transformateur à noyau de fer.

Pour réaliser le nouveau dispositif, on emploie un pont-support supplémentaire sur lequel est assujetti la nouvelle lampe; lorsqu'on utilise notre pont à deux lampes, le schéma de la figure 142 indique les connexions complémentaires qu'il y a lieu d'établir et celles qu'il y a lieu de modifier pour transformer rapidement l'amplificateur à résistances en amplificateur à cinq étages.

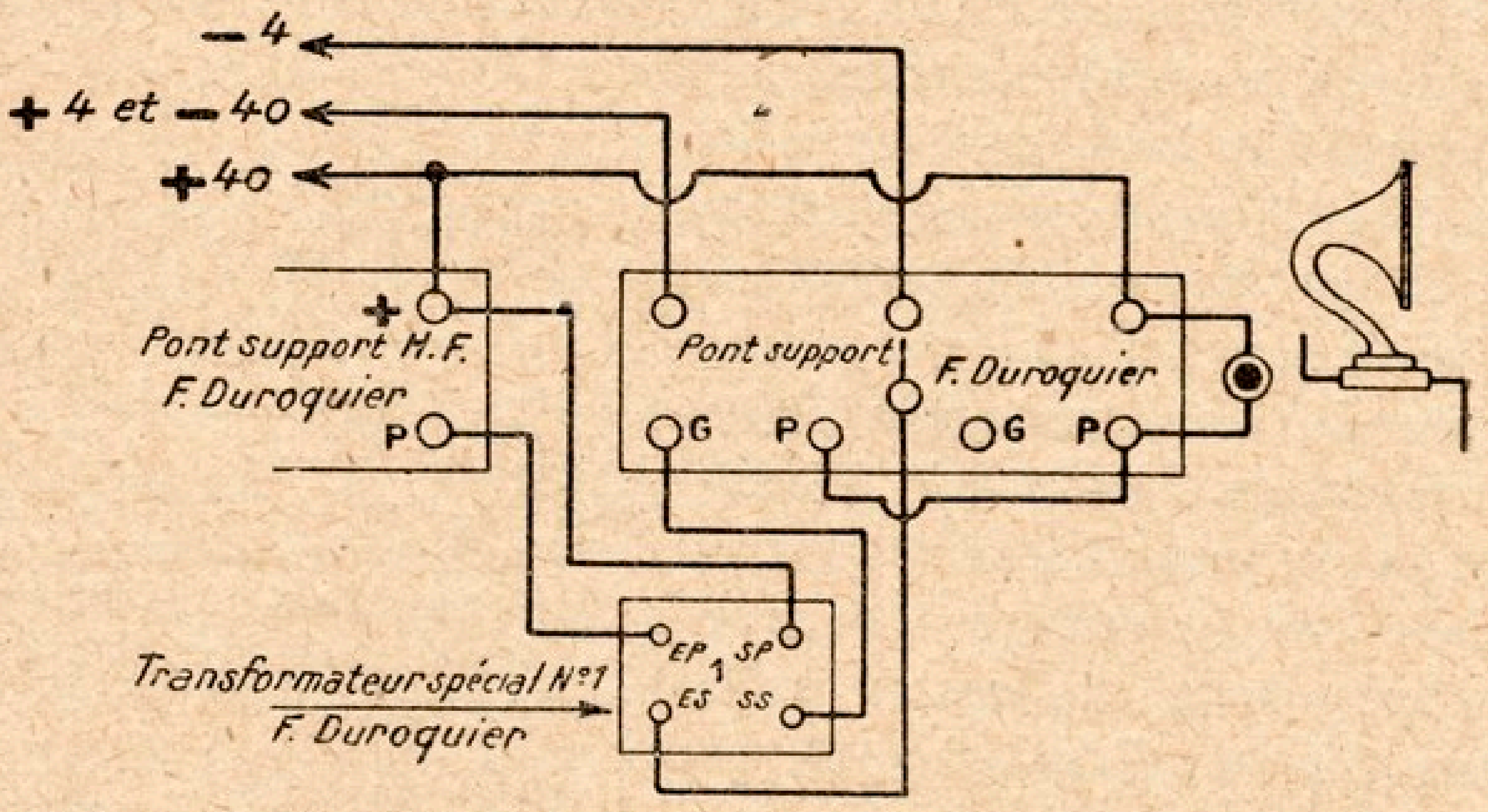


Fig. 142. — Montage d'un étage B. F. à la suite du dispositif à résistances.

Nous conseillons d'utiliser avec ce montage une batterie de plaque de 80 volts, bien qu'une batterie de 40 volts puisse, sauf pour la réception des ondes courtes, être très suffisante.

Avec le montage à cinq étages, le compensateur reste branché comme il a été dit, suivant le schéma de la figure 138; lorsqu'on veut utiliser une réaction électromagnétique, celle-ci se monte en série dans le circuit de la quatrième lampe H. F., c'est-à-dire entre la dernière borne P du pont à quatre lampes et la borne d'entrée du primaire du

transformateur B. F. Pour la réception des ondes courtes, il est indispensable d'utiliser cette réaction.

Entre les bornes EP et SP (Entrée primaire et Sortie primaire), il est utile de placer un condensateur fixe de 1 ou 2 millièmes de microfarad ; pour ne pas surcharger les schémas de montage, nous n'avons pas fait figurer ce condensateur sur nos dessins 142 et 143.

Pour obtenir une audition extrêmement puissante, un deuxième étage B. F. peut être encore ajouté au dispositif précédent; le schéma de la figure 143 montre comment doivent être montés les deux étages B. F. faisant suite à l'amplificateur à résistances.

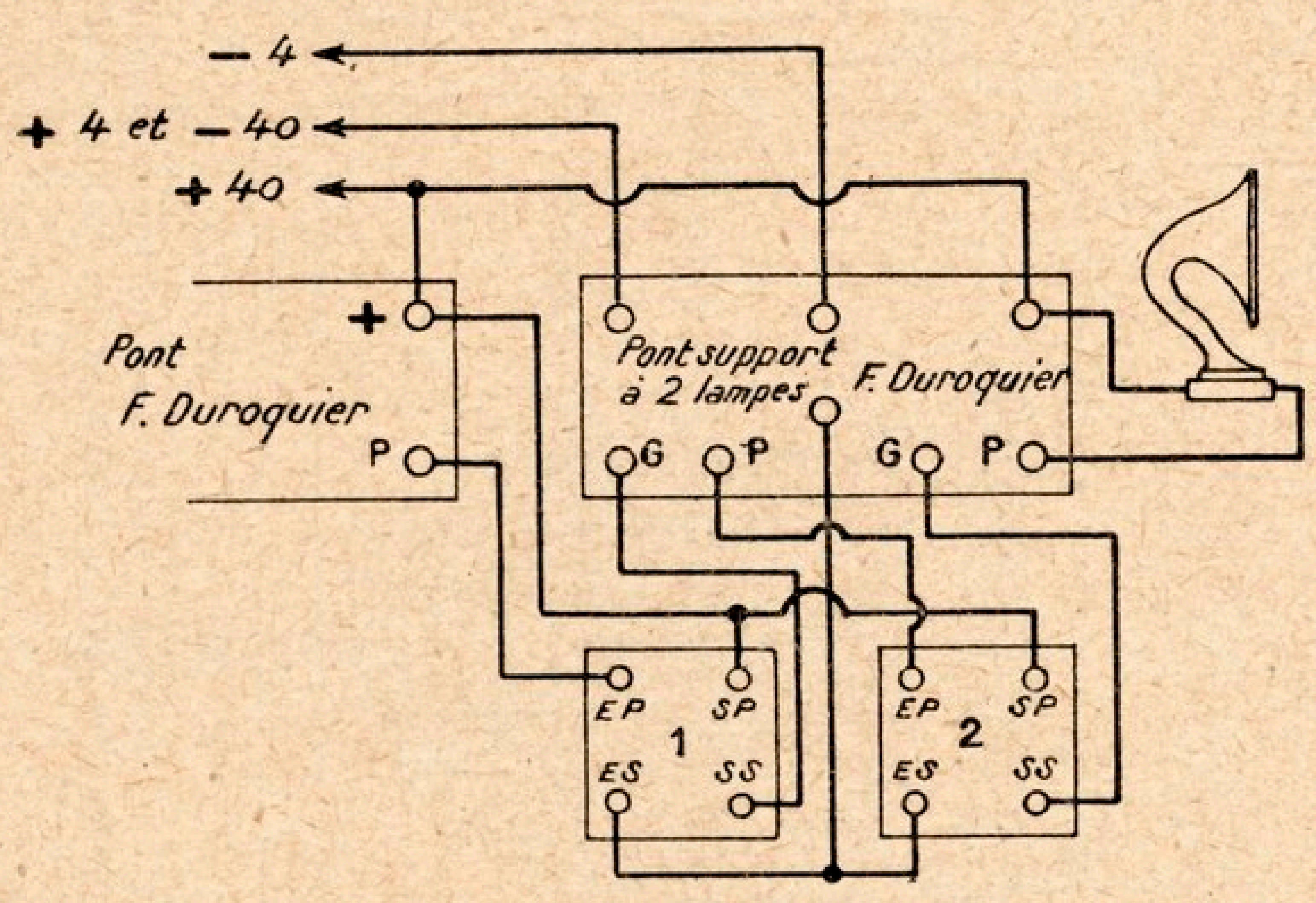


FIG. 143. — Addition de deux étages B. F. à l'amplificateur à résistances.

Le premier transformateur aura un rapport de transformation égal à 1 pour 5, c'est-à-dire qu'il comprendra un primaire de 5.000 tours pour un secondaire de 25.000. Le transformateur 2 n'aura besoin d'avoir qu'un rapport de 1 pour 3, il comptera donc 5.000 tours au primaire et 15.000 tours au secondaire.

Quand l'amateur fait l'acquisition de transformateurs pour agencer un amplificateur à basse fréquence, il doit se rensei-

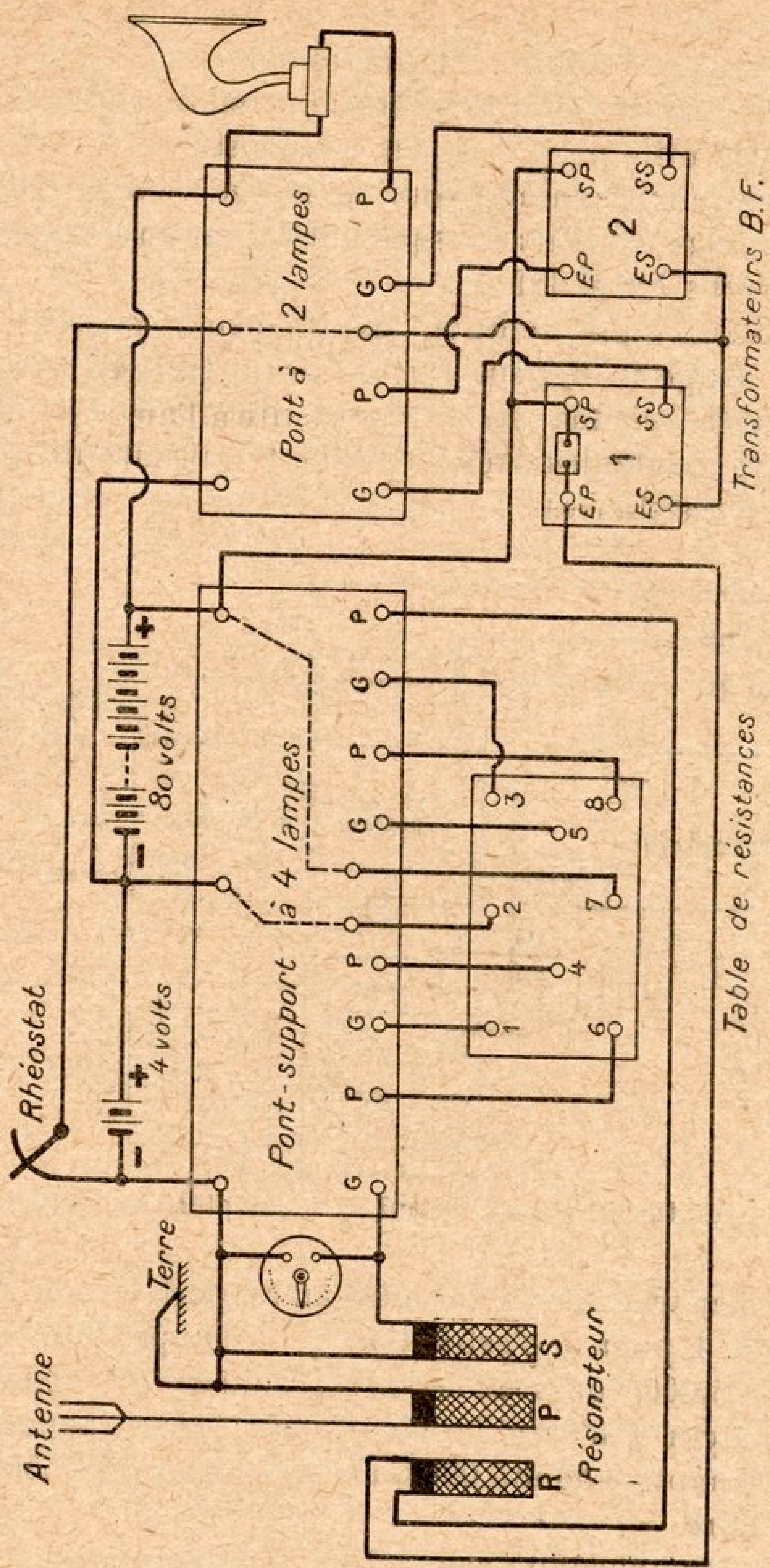


FIG. 144. — Récepteur universel pour toutes longueurs d'ondes.
Schéma de montage de l'appareil représenté sur la figure 118.

gner sur le nombre de tours utilisés pour la confection des transformateurs qu'on lui offre plutôt que sur la valeur de leur rapport de transformation. Un transformateur comprenant 300 tours au primaire et 1.500 au secondaire a bien le même rapport de transformation que le transformateur à 5.000 et 25.000 tours dont nous venons de parler ; mais ces appareils n'auront tout de même entre eux, au point de vue de leur rendement dans l'amplificateur, qu'un... rapport très lointain.

Le diagramme de la figure 144 est un plan d'ensemble d'un dispositif à six lampes équipé pour la réception en haut-parleur (auditions très puissantes) des émissions des radio-concerts de toutes longueurs d'ondes.

Les traits pointillés qui relient certaines bornes des ponts-supports permettent au lecteur de se rendre compte du plan des connexions ; dans nos ponts-supports ces connexions sont établies et l'amateur n'a pas à s'en préoccuper.

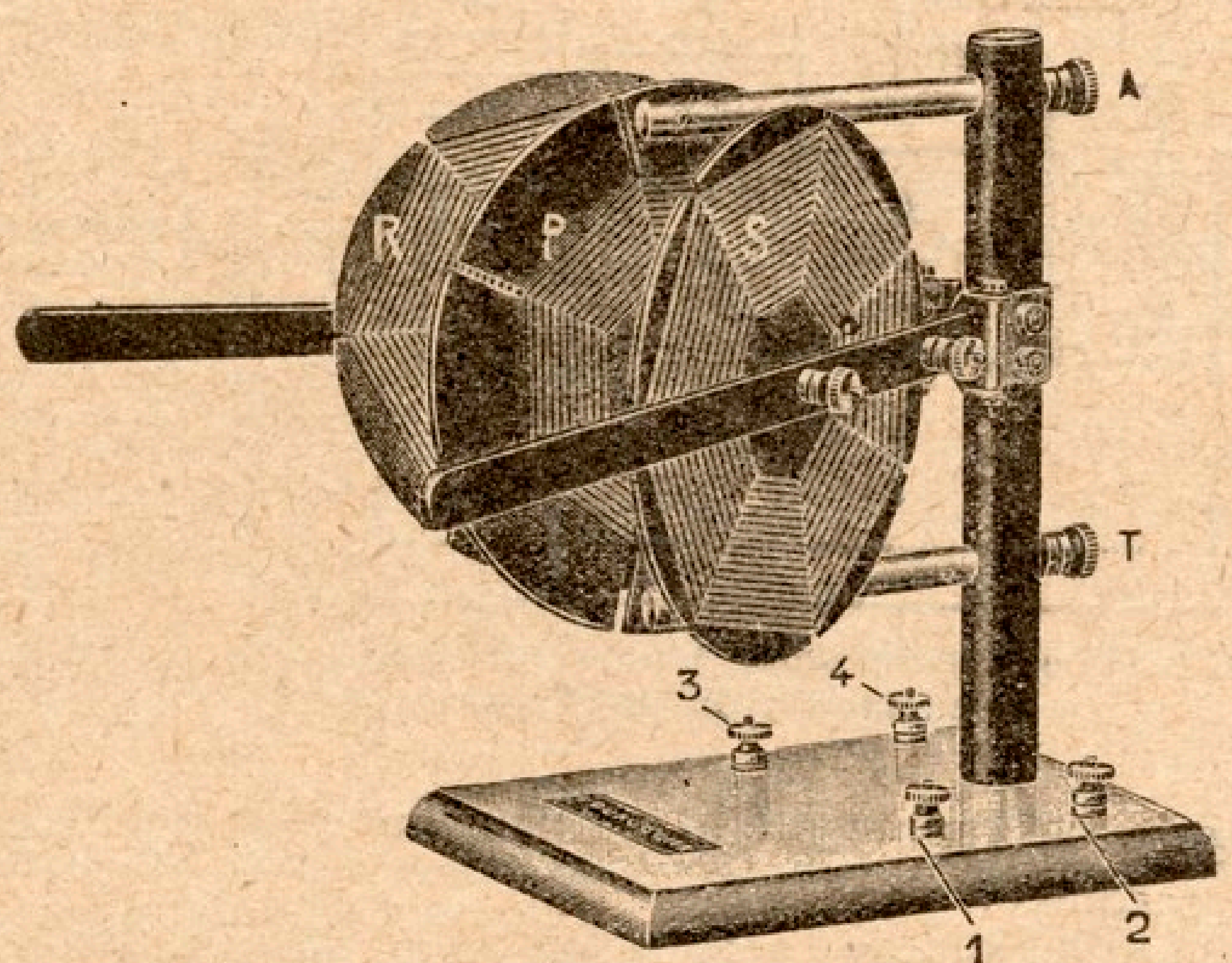


FIG. 145. — Petit résonateur Duroquier pour réception des ondes courtes.

Un assez grand nombre d'amateurs ayant adopté le récepteur à résistances ne possèdent pas un dispositif d'accord à

trois galettes indispensable pour recevoir avec lui la radiophonie émise sur les ondes courtes; nous avons donc créé à l'intention de ces amateurs le petit résonateur que représente la figure 145 et qui leur permettra de recevoir avec leur amplificateur-détecteur à résistances les stations du Broadcasting anglais, les postes d'amateurs, l'émission de l'École supérieure des P. T. T. aussi bien qu'ils reçoivent déjà les radio-concerts et les messages radiophonés de la Tour Eiffel et de Radiola.

La réception qu'ils réaliseront à peu de frais avec cet appareil sera de beaucoup supérieure comme netteté et puissance à celle qu'ils obtiendraient, toutes choses égales, avec un dispositif à résonance, Flewelling, Reinartz, etc.

L'emploi du petit résonateur Duroquier ne demande aucune transformation du montage habituel de l'amplificateur à résistances, que celui-ci utilise deux, trois ou quatre lampes H. F. et qu'il soit ou non complété par un ou plusieurs étages B. F.

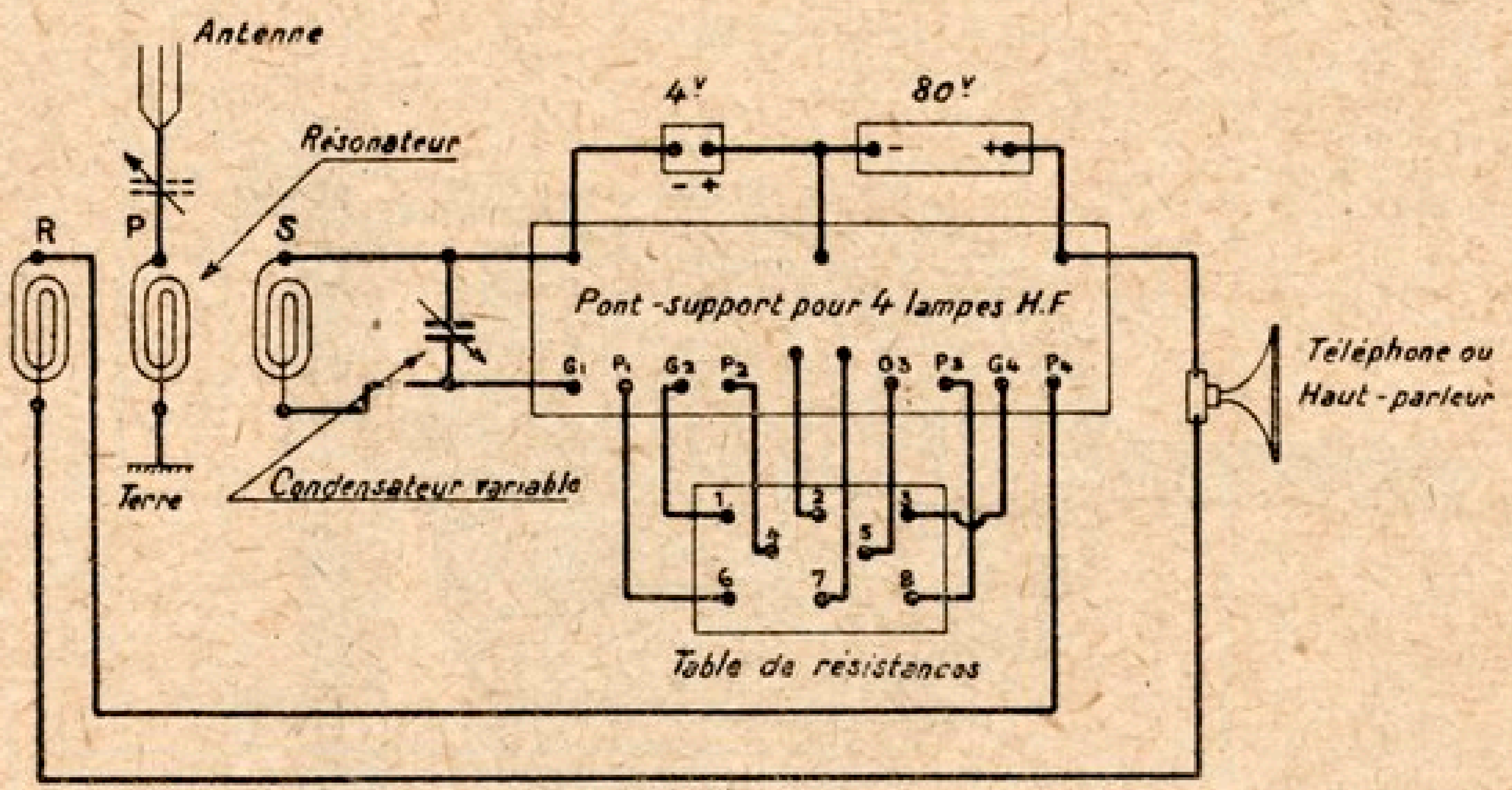


FIG. 146. — Réception des ondes courtes sur dispositif H. F. à résistances au moyen du petit résonateur.

La figure 146 représente le meilleur montage pour la réception au casque.

L'antenne se branche à la borne A; la terre, à la borne T. La borne 1 (entrée du secondaire) se relie à la première grille; la borne 2 (sortie du secondaire) à la borne négative de la batterie de chauffage; entre ces deux bornes se monte le condensateur variable.

La borne 3 (entrée de la réaction) se relie à la borne positive de la batterie de plaques en passant à travers le téléphone (lorsqu'on n'utilise que quatre lampes) ou en passant à travers le primaire du premier transformateur B. F. (lorsqu'on utilise plus de quatre étages d'amplification) ; la borne 4 (sortie de la réaction) se relie à la quatrième plaque.

Lorsqu'on n'utilise que deux lampes, la borne 4 se relie à la deuxième plaque, la borne 3 restant reliée au téléphone.

Bien que cet artifice ne soit pas indispensable, on facilite l'accrochage des oscillations dans le dispositif à ondes courtes utilisant le résonateur en reliant la borne négative de l'accumulateur de chauffage à la terre ; pour ne pas embrouiller les diagrammes, nous avons négligé cette connexion sur le schéma précédent, mais nous l'avons indiquée sur celui des figures 140 et 144.

Écoute des postes anglais. — La galette secondaire S fait un angle de 15 à 20° avec la galette primaire P ; la galette de rétroaction R fait un angle de 30 à 45° avec la galette P. Manœuvrer *très lentement* le bouton du condensateur variable en observant qu'un déplacement de l'index sur le cadran dépassant de moins d'un millimètre la position favorable d'accord peut supprimer toute audition.

Lorsque la manœuvre du condensateur variable a permis d'accrocher une émission radiophonique entre les deux *tiouc* caractéristiques qui révèlent l'onde porteuse, on améliore l'audition en rectifiant légèrement le couplage de la galette secondaire et surtout le couplage de la réaction.

Écoute de la station des P. T. T. — Couplage un peu moins serré de la galette secondaire et de la galette primaire (couplage à 30 ou 35°) et couplage très lâche de la rétroaction (couplage à 70° et même plus).

Ces repères de réglage ne sont pas invariables ; avec une batterie de plaque insuffisamment chargée, un rapprochement des galettes mobiles et de la galette primaire peut être

nécessaire ; ces renseignements ne sont donc donnés qu'à titre d'indication.

L'amateur qui possède une très grande antenne devra intercaler entre son collecteur d'ondes et la borne A du résonateur un condensateur variable de 1/1.000 ou de 2/1.000 de microfarad.

Lorsque, par suite d'une amplification énorme, le dispositif à six lampes a tendance à siffler, il est bon d'augmenter la valeur du condensateur-shunt du premier transformateur B. F.; on peut également insérer dans la connexion de grille des lampes B. F. une petite pile pour lampe de poche, la borne positive de cette pile se relie à la borne de sortie du secondaire du transformateur B. F.; la borne négative, à la grille de la lampe.

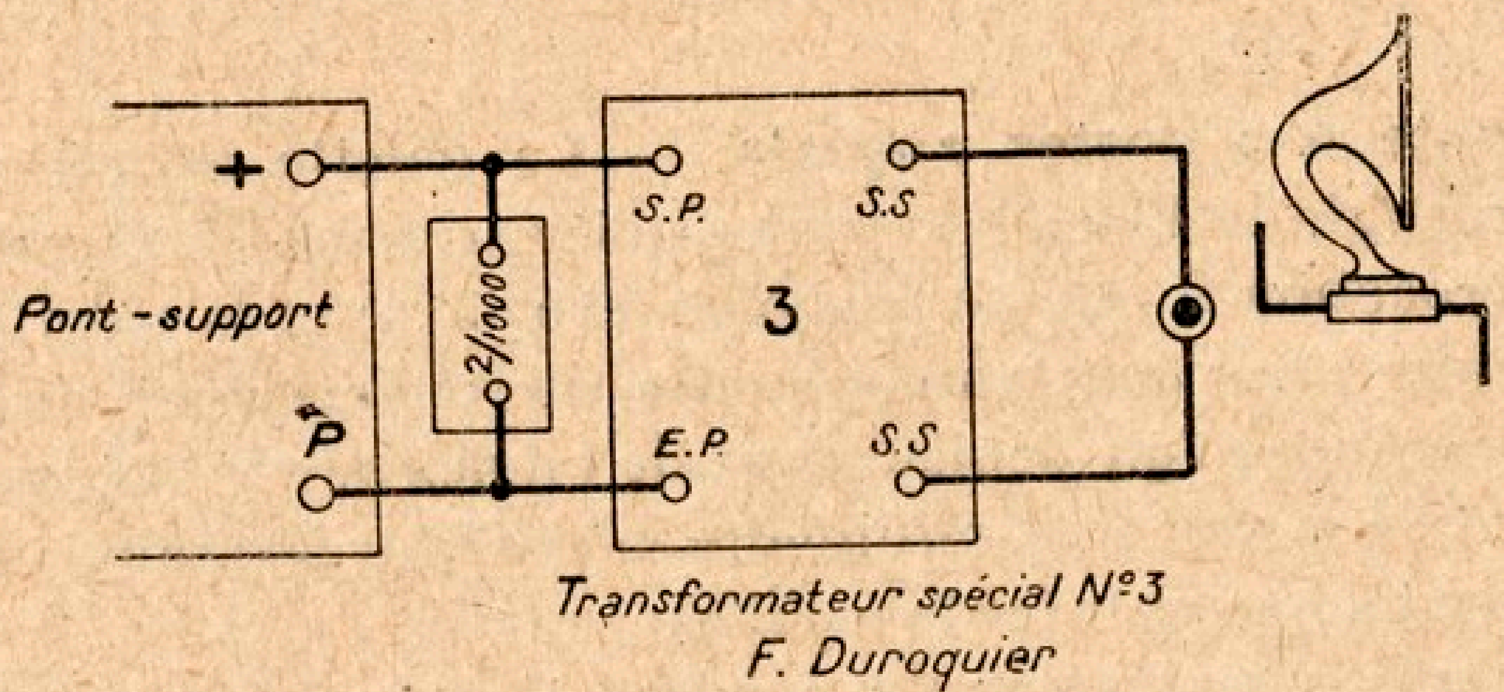


Fig. 147. — Utilisation d'un transformateur de protection pour l'écouteur téléphonique ou pour le haut parleur.

Lorsqu'on craint avec une amplification un peu forte, ou lorsque les parasites sont violents, la détérioration du téléphone ou du haut-parleur, il est prudent d'utiliser un transformateur de sortie monté selon le schéma de la figure 147. Ce transformateur protège efficacement l'écouteur, mais il atténue légèrement l'audition.

Principaux montages d'appareils à lampes.

Nous avons décrit l'appareil à résistances avant tous les autres types de récepteurs à lampes parce que ce dispositif nous semble à tous points de vue mériter la préférence de l'amateur; c'est, à la vérité, un amplificateur de premier ordre, de construction peu onéreuse, d'un réglage facile, donnant une audition impeccable sur ondes courtes comme sur ondes longues et se prêtant, enfin, admirablement aux combinaisons de montage les plus variées.

Nous décrirons maintenant, à l'intention des amateurs désireux de faire des comparaisons ou des études, les principaux montages de récepteurs à lampes, c'est-à-dire les plus connus et les meilleurs. Nos schémas sont établis de telle sorte que l'amateur pourra utiliser un matériel de T. S. F. modeste pour la réalisation de la plupart des dispositifs décrits.

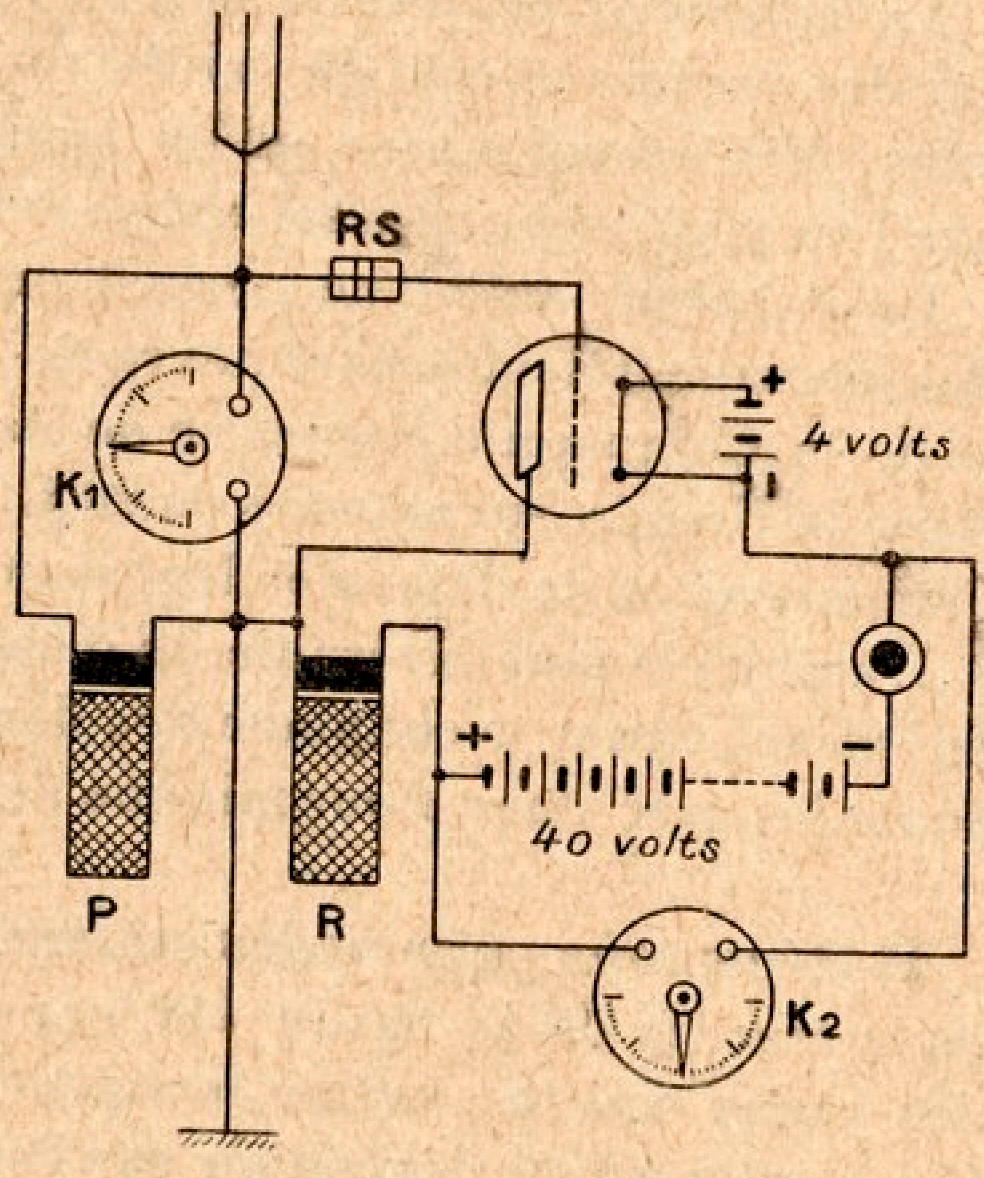


FIG. 148. — Récepteur autodyne.

Appareils à 1 lampe. — *a*) ***Récepteur autodyne.*** — Ce dispositif, représenté par le schéma de la figure 148, est d'un réglage simple et donne une amplification remarquable. Il se branche sur un cadre (celui-ci s'insère entre l'antenne et la borne d'entrée de l'enroulement P) ou sur une antenne avec prise de terre.

L'appareil comprend un transformateur d'induction à couplage variable formé de deux galettes, ou un Tesla à enroule-

ments télescopiques; deux condensateurs variables et un petit condensateur shunté.

Les enroulements P et R seront appropriés à la longueur d'ondes des émissions à recevoir ; on consultera pour la valeur à donner à ces enroulements le tableau de la page 138 ; si l'on emploie des galettes « nid d'abeilles » ou inductances similaires, on les choisira telles que leur utilisation nécessite le plus faible appoint possible de capacité.

Les condensateurs variables K_1 et K_2 auront une capacité maxima de 1 ou 2 millièmes de microfarad.

La résistance shuntée RS sera de 4 mégohms aux bornes d'un condensateur fixe de 02/1.000, à diélectrique de mica.

Il y a lieu de déterminer par expérience l'insertion la plus favorable de l'enroulement P, dont les connexions devront être inversées si l'accrochage des oscillations ne se produisait pas.

La *batterie de plaque*, de 40 à 60 volts, peut être constituée par des accumulateurs de faible capacité ou par des petites piles (très économiques) qu'on trouve dans le commerce et que l'on peut recharger soi-même avec du sel d'ammoniaque.

Le récepteur autodyne permet une assez bonne réception des messages téléphonés et des radio-concerts de la Tour Eiffel et de la Compagnie Française de Radiophonie dans presque toute la France, sur antenne de 20 à 35 mètres ; il a cependant l'inconvénient de déformer légèrement les sons.

L'accord le plus favorable du dispositif autodyne s'obtient en faisant varier le couplage des deux enroulements réactifs, accordés avec une valeur minime de capacité.

b) **Récepteur pour ondes courtes.** — Le récepteur à circuits réactifs de la figure 148 convient mal à la réception des ondes courtes, même lorsque le condensateur variable K_1, représenté en dérivation sur l'enroulement primaire, est monté en série dans l'antenne; le montage de la figure 149 doit lui être préféré parce qu'il permet l'exploration de la zone des longueurs d'ondes comprises entre 80 mètres et 400 mètres.

La galette P aura de trente à quarante spires; la galette S, de vingt à trente spires.

Le condensateur K_1 aura une capacité de un demi-millième de microfarad; le condensateur K_2 aura une capacité de même valeur, ou plus faible.

La résistance shuntée sera de 4 mégohms pour 02/1.000 de microfarad.

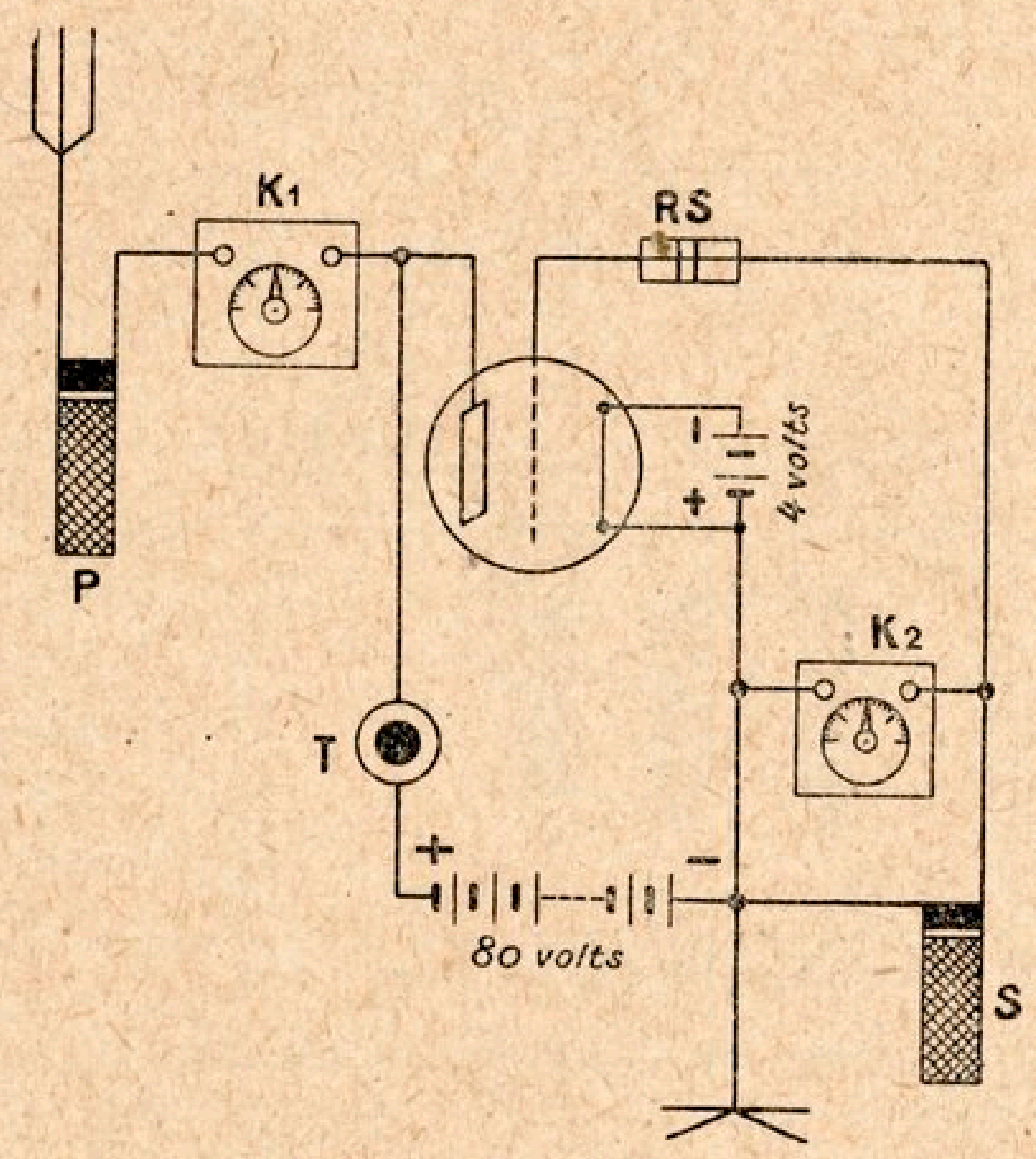


FIG. 149. — Récepteur pour ondes courtes.

Pour la clarté du schéma, nous avons éloigné les galettes P et S sur le dessin de la figure 149; mais ces galettes se couplent plus ou moins et doivent être montées sur un dispositif de couplage.

c) ***Récepteur Reinartz.*** — Le récepteur dont la figure 150 représente le schéma est actuellement un des appareils les plus employés pour la réception des ondes courtes comprises entre 150 et 600 mètres; c'est en effet un des montages les plus efficaces.

Les trois galettes R_1, P et S sont montées sur un dispositif

de couplage. Pour la valeur à donner à ces enroulements, le lecteur se repportera au tableau de la page 138.

Le condensateur K_1 monté aux bornes de l'inductance secondaire a une capacité de 0,25/1.000 de microfarad ; le condensateur de couplage K_2 a une capacité double.

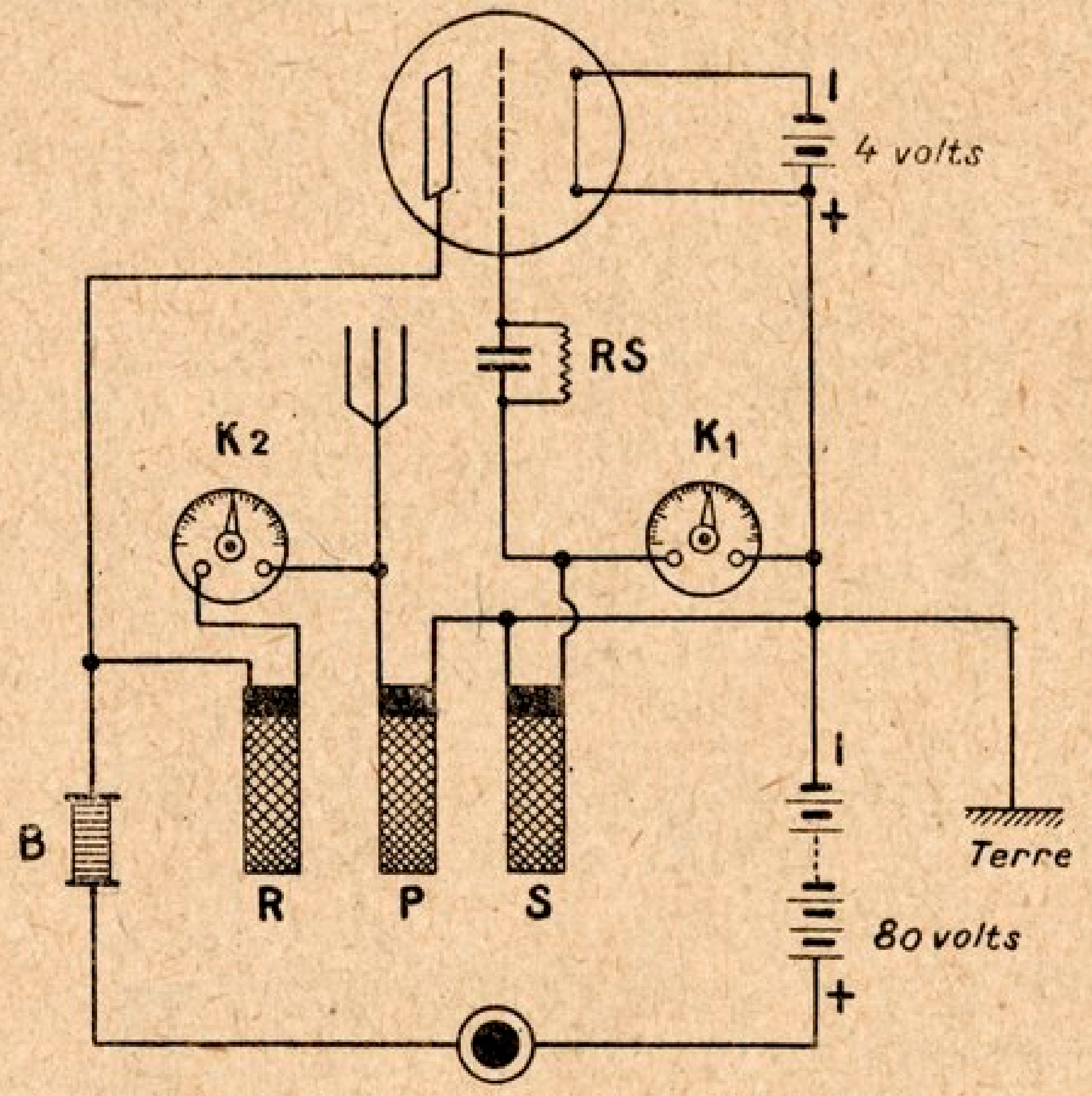


Fig. 150. — Récepteur Reinartz.

La réaction produite dans l'antenne par les manœuvres de réglage du Reinartz, comme d'ailleurs de la plupart des dispositifs utilisant la réaction électromagnétique — détermine dans cette antenne des oscillations dont le rayonnement est susceptible de troubler la réception des postes voisins. Nous recommandons tout particulièrement aux amateurs de modifier le moins possible le réglage de leur appareil au cours d'une réception afin de ne pas gêner les amateurs voisins, dont les circuits de réception enregistreraient inévitablement ces corrections de réglage.

La bobine de choc B peut être constituée par une bobine polaire provenant d'un écouteur téléphonique ; elle n'est pas toujours indispensable, mais il est préférable de l'utiliser.

Le téléphone ne devra pas être shunté par un condensateur fixe.

Toutes les connexions du Reinartz seront très courtes, aucune ne chevauchera sa voisine à moins de 4 à 5 centimètres.

Le réglage de l'appareil Reinartz est assez délicat et il est nécessaire, pour éviter le déréglage produit par l'approche de la main dans les circuits accordés, d'utiliser des leviers assez longs (15 à 20 centimètres) pour la manœuvre des condensateurs et le couplage des galettes.

On peut faire suivre le dispositif Reinartz de un ou deux étages d'amplification en basse fréquence par transformateurs à noyau de fer.

Appareils à deux lampes. — *a*) ***Amplificateur à deux lampes à résistances et réaction électromagnétique.*** — Le schéma de la figure 151 est celui d'un amplificateur à deux étages H. F. à résistances, la seconde lampe étant auto-détectrice.

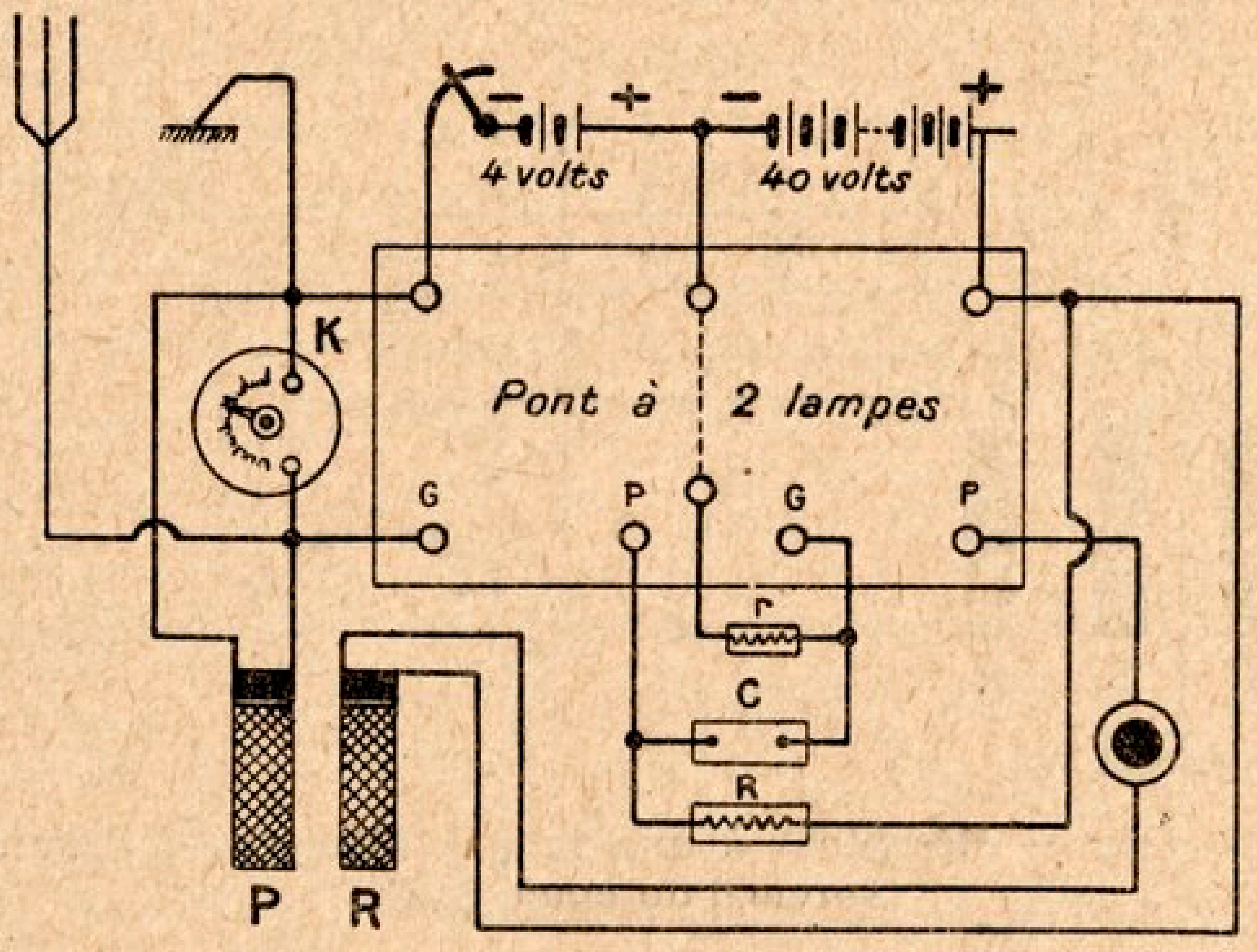


FIG. 151. — Récepteur à deux lampes H. F. à résistances et réaction électromagnétique.

Pour réaliser ce montage, on utilise un pont à deux lampes et deux galettes étalonnées suivant la longueur d'onde à

recevoir. L'enroulement P aura un nombre de spires déterminé par le tableau de la page 138 ; la galette de réaction consistera en une seule inductance « fond de panier ».

Le condensateur K aura une capacité variable de 0 à 1 millième.

La résistance de grille *r* sera de 4 mégohms ; le condensateur de liaison *c* aura une capacité fixe de 03 à 04/1000 ; la résistance R sera de 70 à 80.000 ohms.

L'écouteur téléphonique pourra être shunté par un petit condensateur fixe de 1 à 2/1.000 de micrafard.

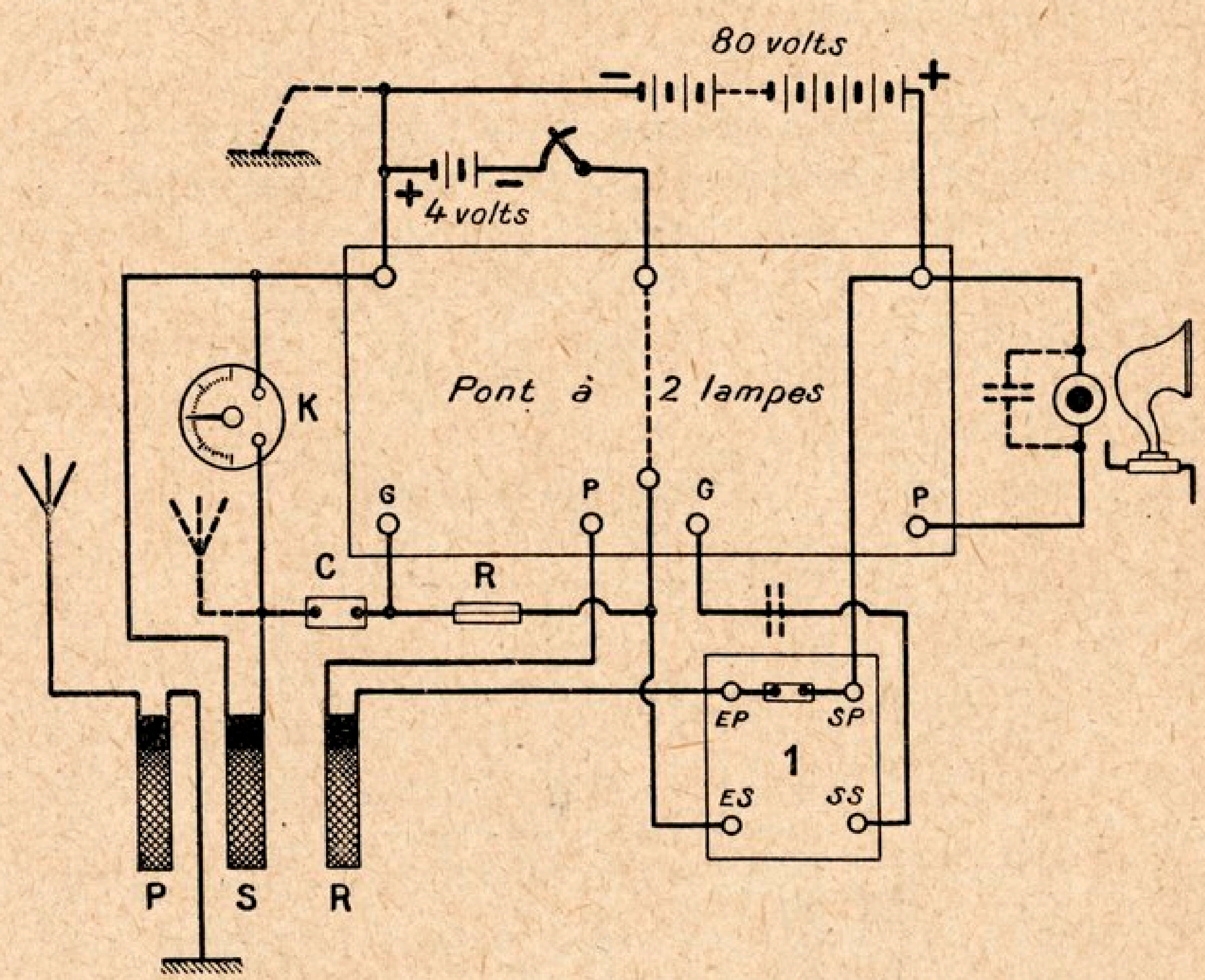


FIG. 152. — Récepteur à une lampe détectrice à réaction suivie d'un étage B. F.

b) ***Récepteur à une lampe détectrice à réaction et une lampe B. F.*** — Le dispositif représenté par le schéma de la figure 152 est un des meilleurs montages à deux lampes et l'un des plus sensibles. Il convient tout particulièrement à la

réception des ondes courtes (P. T. T., postes anglais et stations d'amateurs) sur très petite antenne.

De nombreux amateurs reçoivent avec lui les émissions du Broadcasting, de la station de l'École Supérieure des Postes, de la station du *Petit Parisien*, etc.., etc., sur collecteur d'appartement formé par trois ou quatre fils parallèles distants les uns des autres de 1 mètre environ et longs de 4 à 5 mètres et prise de terre normale.

L'accord se fait sur notre résonateur grand modèle, soit en direct en n'utilisant que deux galettes, soit par induction en utilisant les trois supports.

Le condensateur de grille C est de 005/1.000; la résistance R, de 4 mégohms.

Le condensateur shuntant l'enroulement primaire du transformateur 1 a une capacité de 2/1.000, le rapport du transformateur varie entre $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{4}$; il est de la plus grande importance d'utiliser un transformateur à couches de bobinage fortement isolées entre elles. Les transformateurs blindés donnent en général une audition moins pure que les transformateurs nus, en boîtier isolant on en coffret paraffiné.

Les condensateurs placés aux bornes du téléphone et en série dans le circuit de la seconde grille (ils figurent en pointillé sur le schéma) ont une capacité de 2/1.000; ils ne doivent être maintenus que s'ils améliorent en netteté, force et tonalité la réception.

c) ***Amplificateur à un étage à résonance et une lampe détectrice.*** — Ce nouveau montage utilise, en plus des éléments du dispositif 151 un second condensateur variable de 1/1.000 destiné à l'accord du circuit de résonance et une inductance S étalonnée sur la longueur d'onde à recevoir. Le circuit oscillant SK_2 (*fig.* 153) tient la place occupée dans le montage de la figure 151 par la résistance de 70.000 ohms.

Ce dispositif donne une bonne amplification, mais il est d'un réglage très délicat; la manœuvre des conden-

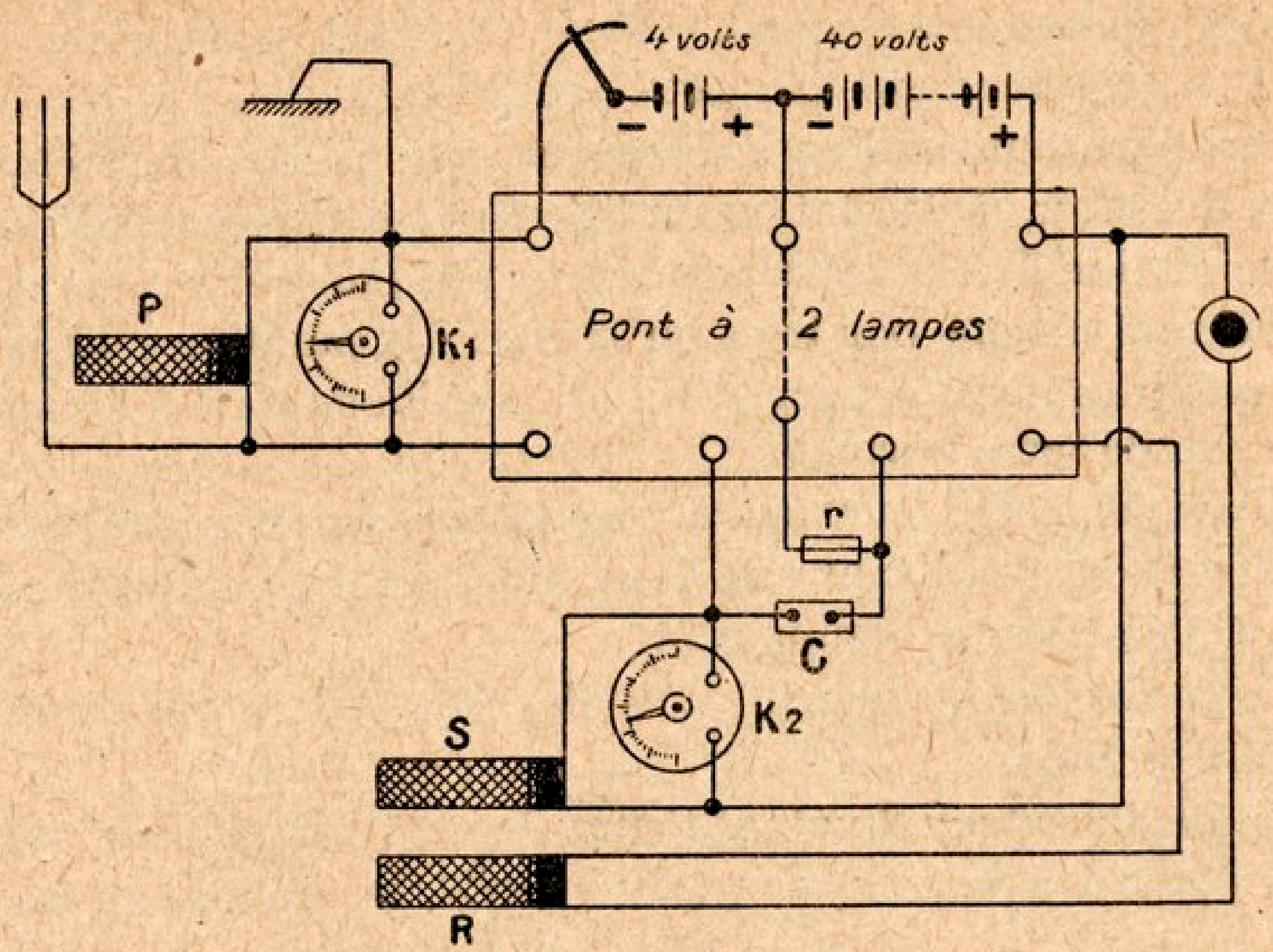


Fig. 153. — Récepteur à un étage à résonance et lampe détectrice.

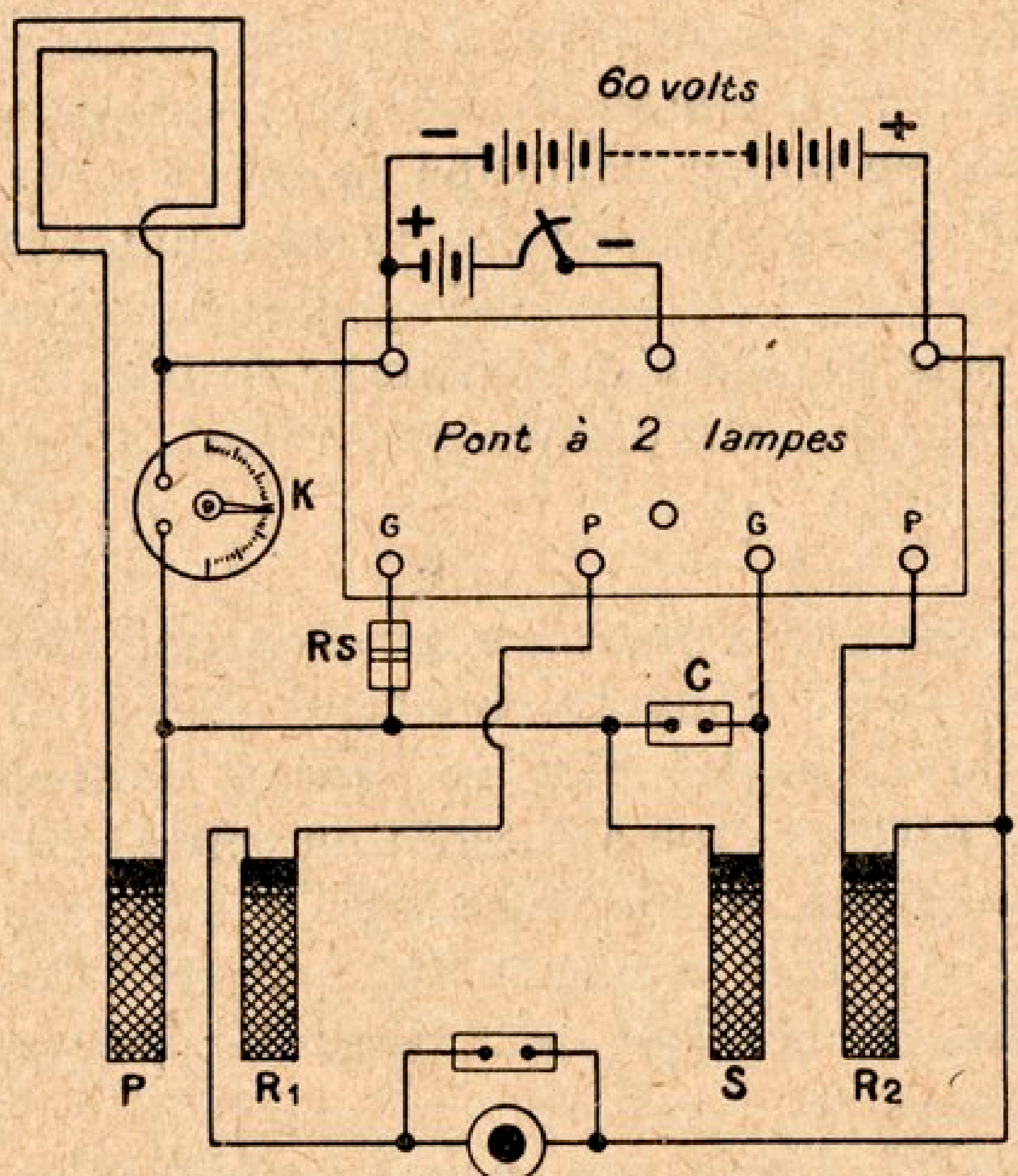


Fig. 154. — Montage à superréaction.

sateurs et le couplage des galettes exigent l'emploi de leviers isolants.

d) ***Dispositif de super-réaction à deux lampes.*** — Le schéma de la figure 154 est celui de l'amplificateur à super-réaction; ce dispositif fonctionne bien, mais il exige une grande habileté de manœuvre. Il nous a paru convenir mieux à la réception des ondes courtes qu'à la réception des ondes moyennes.

La figure 154 représente le dispositif fonctionnant sur cadre, mais il s'emploie très bien sur antenne.

Les galettes P et R_1 sont disposées sur un appareil de couplage indépendant de celui qui porte les inductions S et R_3.

e) ***Amplificateur de puissance à deux lampes.*** — Lorsqu'on veut obtenir une audition très puissante avec le dispositif à résistances de la figure 135 sans utiliser des étages

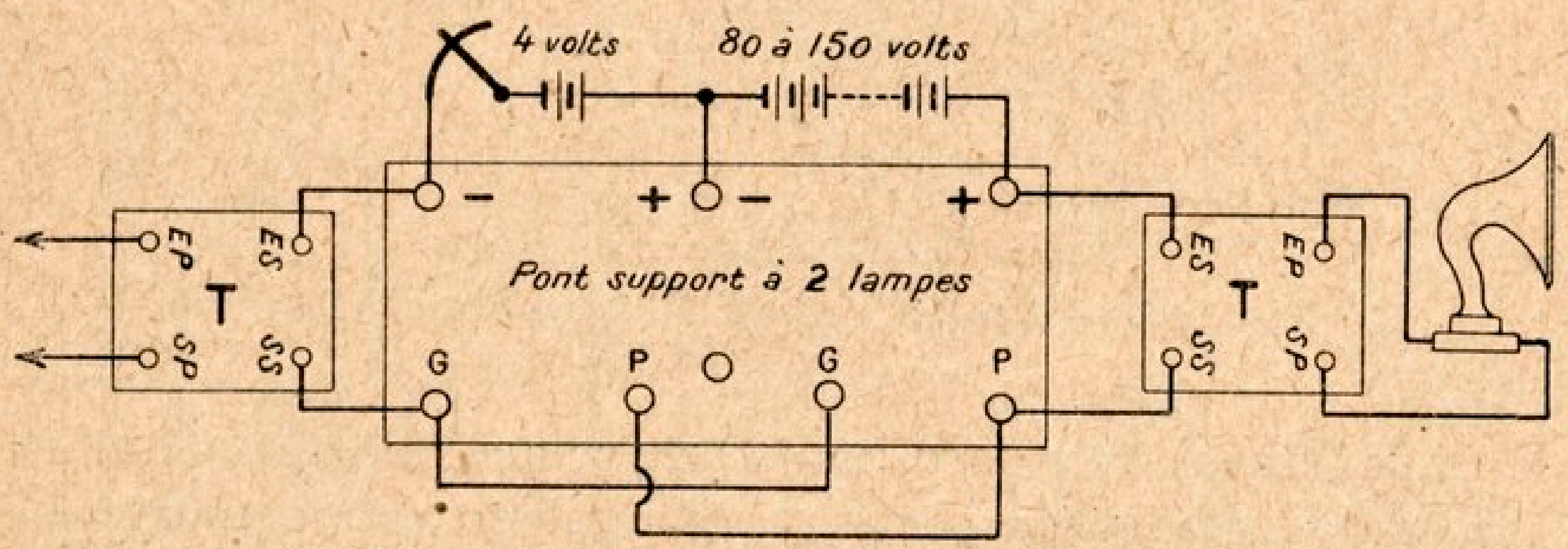


FIG. 155. — Amplification de puissance à deux lampes.

d'amplification supplémentaires en basse fréquence, il suffit d'adjoindre à ce dispositif, par l'intermédiaire d'un transformateur à rapport 1/1, l'amplificateur de puissance que représente schématiquement le diagramme de la figure 155.

Les deux lampes nouvelles sont montées en parallèle ; les batteries de chauffage et de haute tension sont indépendantes des batteries de l'amplificateur à résistances.

En raison du courant important qui, avec ce montage, s'établit dans le circuit de plaques des lampes ajoutées, il est

presque indispensable de protéger le haut-parleur au moyen d'un transformateur de sortie à rapport 1/1 (primaire 5.000 tours, secondaire 5.000 tours).

Appareils à trois lampes. — *a*) ***Amplificateur B. F. à transformateurs.*** — L'amplificateur à trois étages B. F. à transformateurs que représente le schéma de la figure 156 est l'un des premiers dispositifs amplificateurs utilisés en T. S. F.;

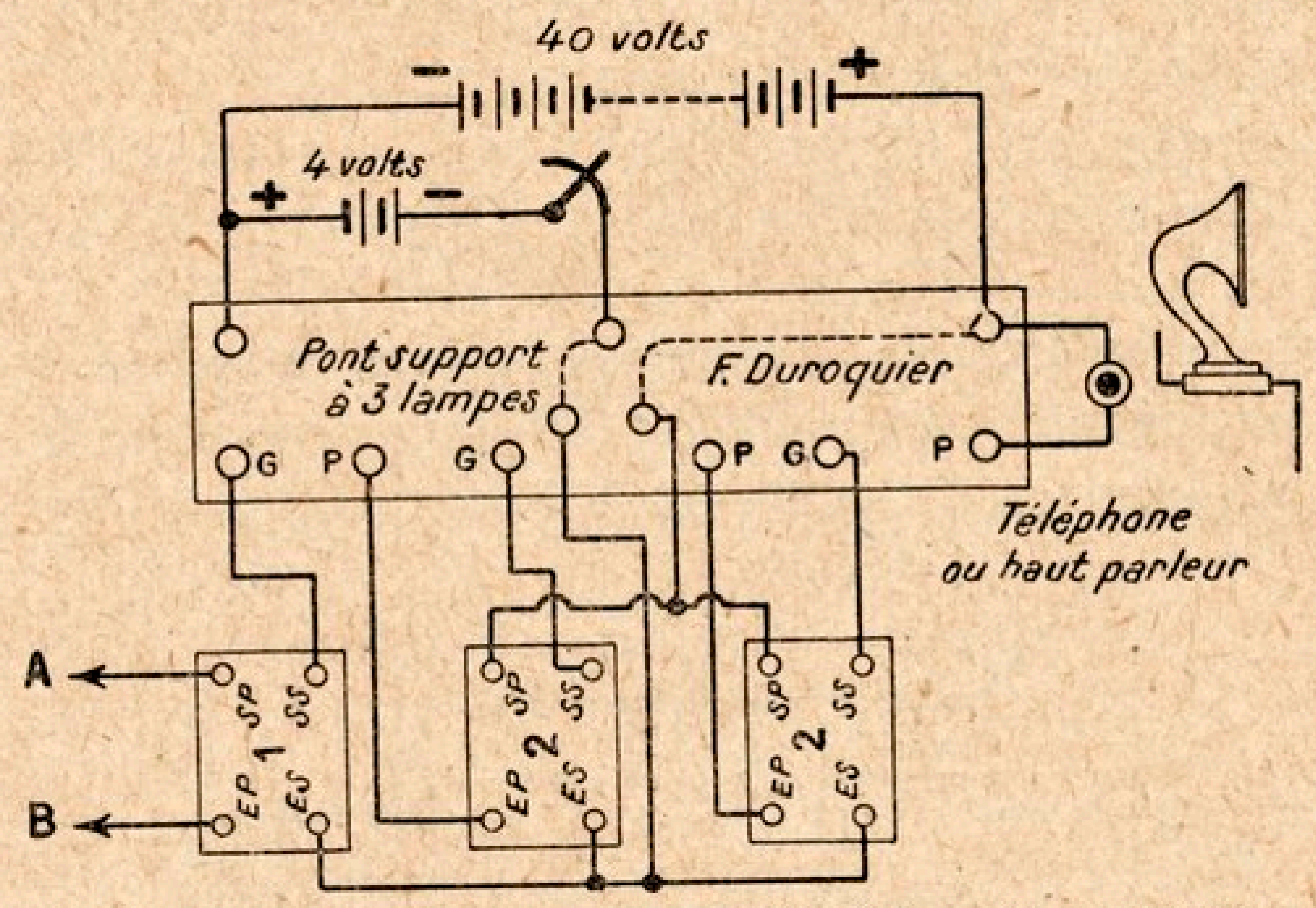


FIG. 156. — Amplificateur B. F. à transformateurs.

c'est le fameux 3 *ter* de la Radiotélégraphie Militaire qu'utilisaient presque tous les postes récepteurs des armées, sa vogue a bien faibli.

Le pont-support à trois lampes ne présente aucune difficulté de montage; le schéma de la figure 156 indique les connexions à réaliser.

Nous recommandons à l'amateur d'utiliser des transformateurs de bonne marque, s'il veut avoir une amplification convenable.

Le premier transformateur aura un rapport de transformation de 1/5; le deuxième et le troisième auront un rapport de 1/3.

Lorsque l'amplificateur B. F. a tendance à siffler, on y

remédie en shuntant l'enroulement primaire des transformateurs au moyen d'un petit condensateur fixe d'une capacité de 1 à 2/1.000.

Les fils A et B (entrée du premier transformateur) se relient aux bornes du téléphone du circuit détecteur, le téléphone étant reporté à la sortie de l'amplificateur entre la borne positive de la batterie à haute tension et la borne reliée à la troisième plaque.

A la suite d'une détection par galène, l'amplification obtenue avec trois étages B. F. est très bonne.

b) ***Amplificateur à deux étages H. F. à résistances et un étage B. F.*** — Le dispositif de la figure 157 comprend deux étages d'amplification en haute fréquence à résistances suivis d'un étage d'amplification en basse fréquence à transformateur.

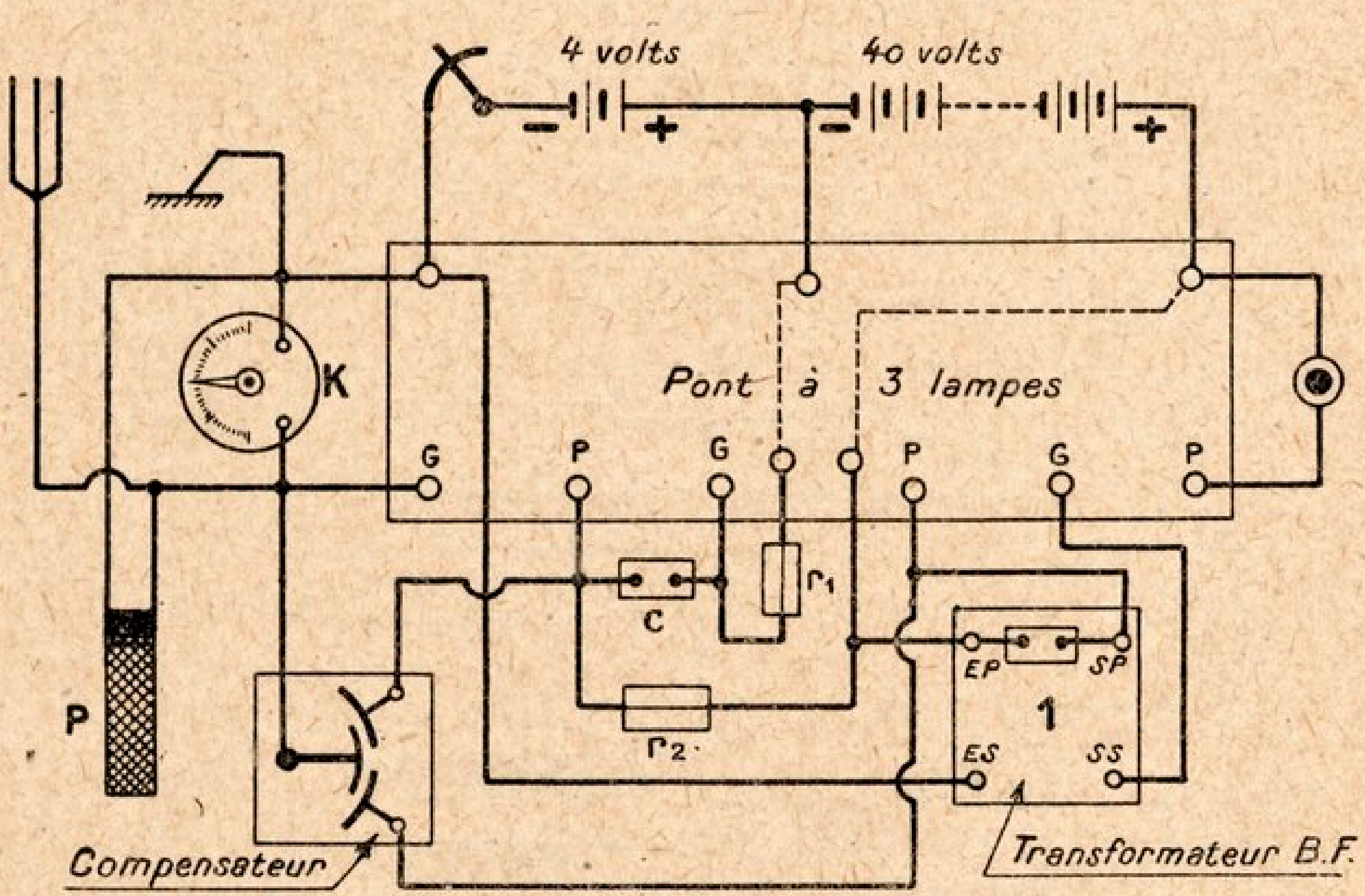


FIG. 157. — Amplificateur à deux étages H. F. à résistances et un étage B. F. à transformateur.

L'inductance P a une valeur correspondant à la longueur d'onde à recevoir (voir le tableau de la page 138);

Le condensateur K est une capacité variable de 0 à 1 millième de microfarad ; le petit condensateur de liaison c est de 04/1 000 ; la résistance r_1 de grille est de 4 mégohms et la résistance de plaque r_2 est de 70.000 ohms.

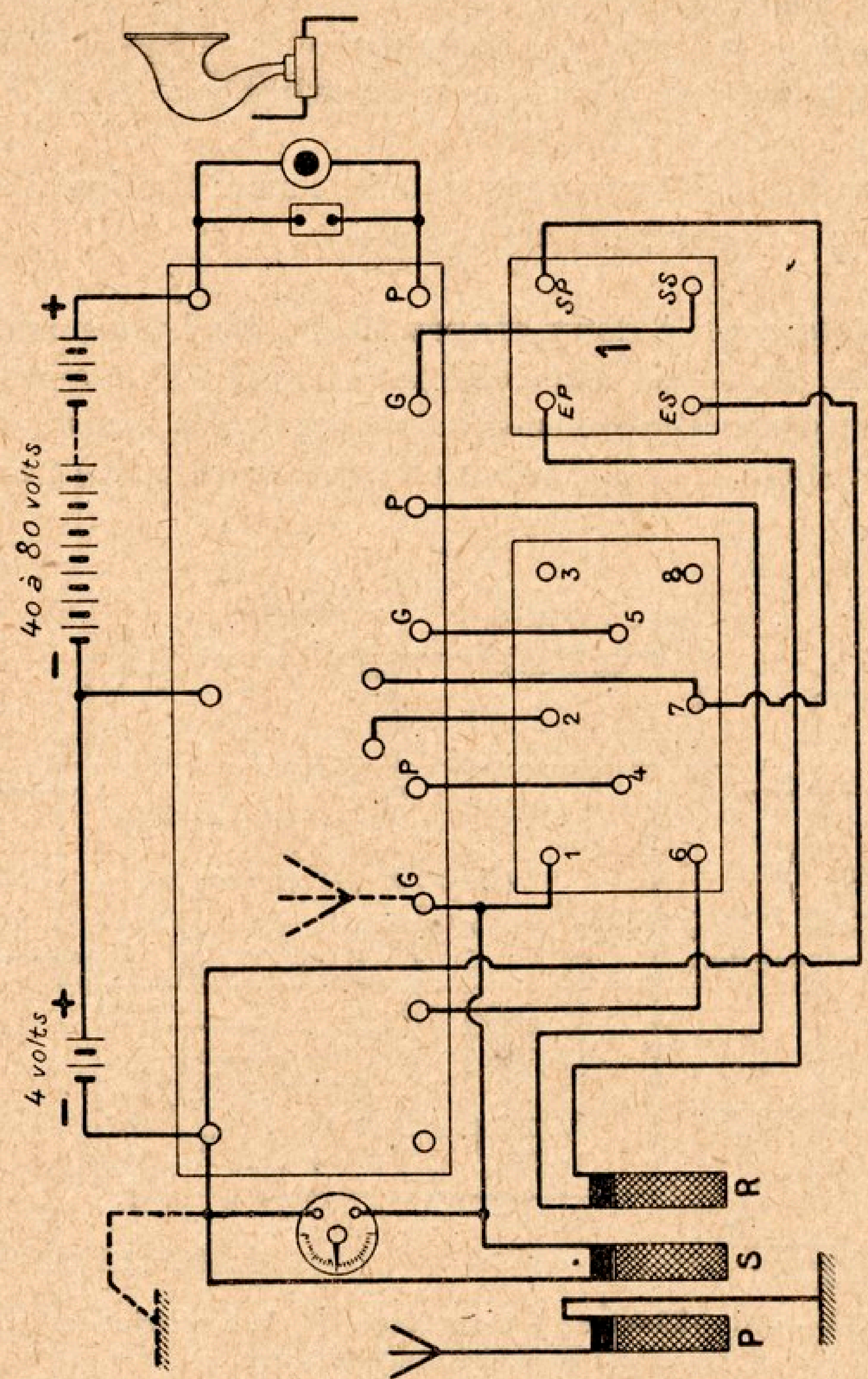


FIG. 158. — Transformation du récepteur universel en récepteur à deux lampes H. F. suivies d'un étage B. F.

Le transformateur à noyau de fer est à rapport 1/5 ou 1/4 ; son enroulement primaire est shunté par un condensateur fixe de 1/1.000 environ.

On fait usage du compensateur à trois armatures pour recevoir avec ce dispositif les ondes entretenues ou pour obtenir une super-amplification des réceptions sur ondes amorties ou de la radiophonie.

Ce montage peut être facilement réalisé par les amateurs possédant le « poste universel » ; le schéma de la figure 158 indique les modifications très simples à apporter au dispositif. La première lampe sera enlevée et les connexions de sa grille reportées sur la grille de la lampe suivante ; les bornes 3 et 8 de la table de résistances demeureront inutilisées ; les connexions P et G y aboutissant prendront les directions nouvelles marquées sur le diagramme.

Nous avons, dans ce dernier schéma, substitué la réaction électromagnétique à la réaction électrostatique utilisée dans le montage précédent ; mais il n'y a aucun inconvénient à la conserver. De même, nous avons reproduit un dispositif d'accord par induction, qu'il est loisible de remplacer par un accord en direct en supprimant la galette primaire et en plaçant l'antenne et la terre aux bornes où nous les avons figurées en traits pointillés.

c) ***Amplificateur à deux étages H. F. à transformateur et un étage B. F.*** — Le montage de la figure 159 ne diffère des précédents que par le système de liaison entre les deux premières lampes : ici la liaison est obtenue au moyen d'un transformateur spécial H sans noyau de fer.

Une résistance shuntée *r*S fait agir la seconde lampe en détectrice.

La réaction électrostatique du montage de la figure 157 a été remplacée par une réaction électromagnétique par galette montée en série dans le circuit plaque de la deuxième lampe.

Cet appareil fonctionne bien avec un transformateur H. F. judicieusement construit et étalonné pour une gamme assez restreinte de longueurs d'onde ; il convient à la réception des ondes courtes.

Le condensateur variable K doit être muni d'un vernier.

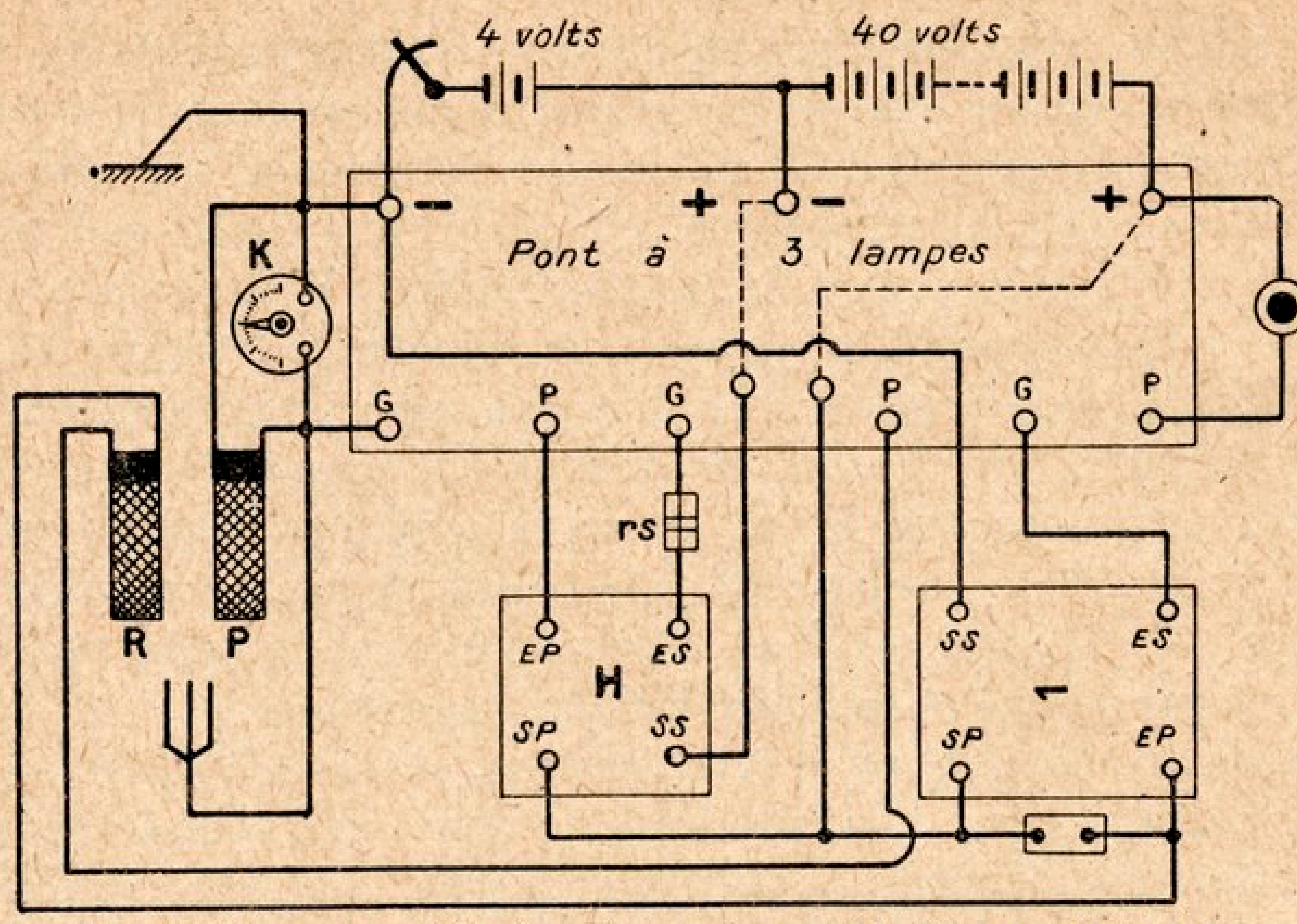


FIG. 159. — Amplificateur à une lampe H. F., une détectrice et un étage B. F.

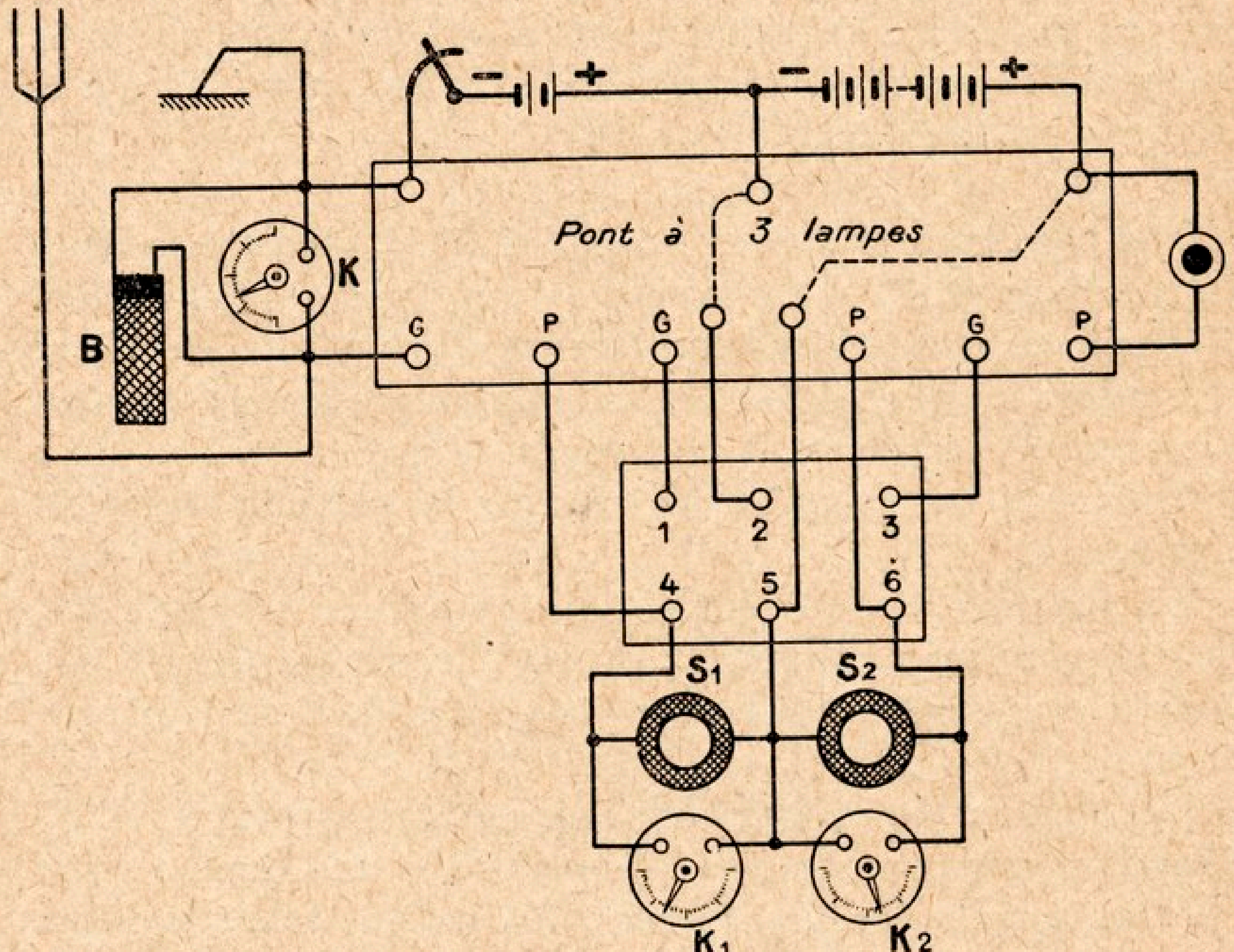


FIG. 160. — Amplificateur à résonance.

Le réglage de l'amplificateur de la figure 159 est très minutieux.

d) ***Amplificateur à résonance.*** — Le schéma 160 est celui d'un amplificateur à résonance. C'est exactement le montage d'un amplificateur à trois lampes à résistances ; mais ici les résistances de plaques de 70.000 ohms sont remplacées par deux circuits oscillants formés chacun d'une self S_1 et S_2 et d'une capacité variable K_1 et K_2.

Il est commode de réaliser un amplificateur à résonance au moyen d'une table de résistances et condensateurs de liaison pour trois lampes dans laquelle on a remplacé chaque résistance de 70.000 ohms par une galette fond de panier. Cette galette doit avoir un nombre de spires déterminé par la longueur d'onde de l'émission à recevoir.

Les condensateurs variables K_1 et K_2 de faible capacité (un demi-millième de microfarad au maximum) doivent être pourvus d'un manche de manœuvre.

Le fonctionnement des appareils à résonance est assez capricieux, le réglage en est fort difficile, aussi ce type de récepteurs est-il peu recommandable aux amateurs débutants. La grande vogue dont ces appareils ont joui à leur apparition s'est considérablement amoindrie, et c'est à juste titre qu'on leur préfère actuellement les montages à résistances avec résonateurs spéciaux permettant l'écoute impeccable des ondes courtes et des ondes moyennes, sans la moindre difficulté de réglage.

e) ***Amplificateur à selfs à noyau de fer.*** — La figure 161 représente un schéma d'amplificateur à résonance utilisant dans les circuits de plaques au lieu de résistances ou de selfs accordés par capacité, des selfs à fer accordées par déplacement du noyau magnétique. Ce genre d'amplificateur convient bien à la réception des ondes longues.

Les selfs à noyau de fer se vendent en pièces détachées dans le commerce, et l'amateur aura avantage à se les procurer toutes faites, leur construction étant assez délicate. L'ama-

teur devra s'assurer en achetant ces selfs qu'elles sont étalon-

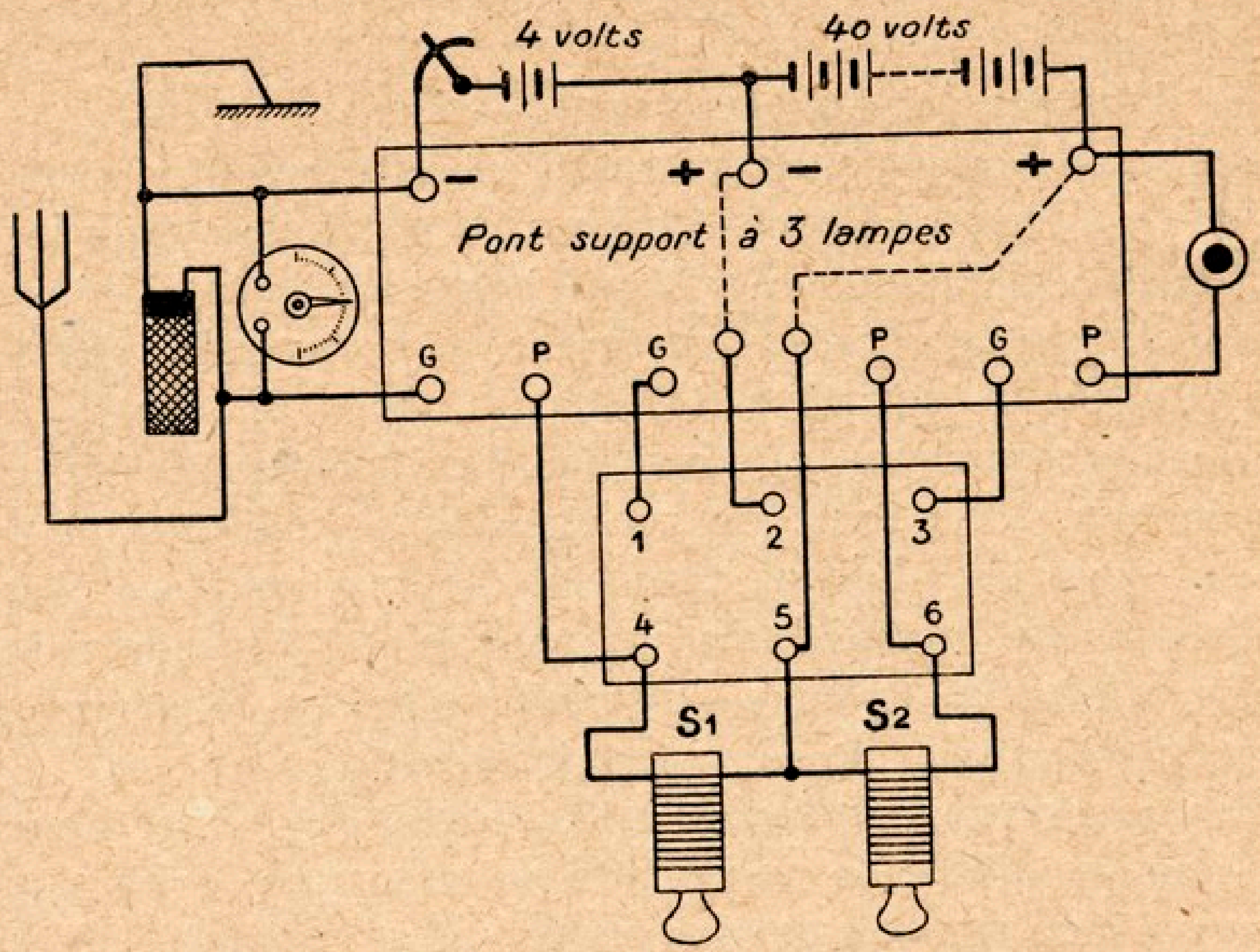


FIG. 161. — Amplificateur à selfs à noyaux de fer.

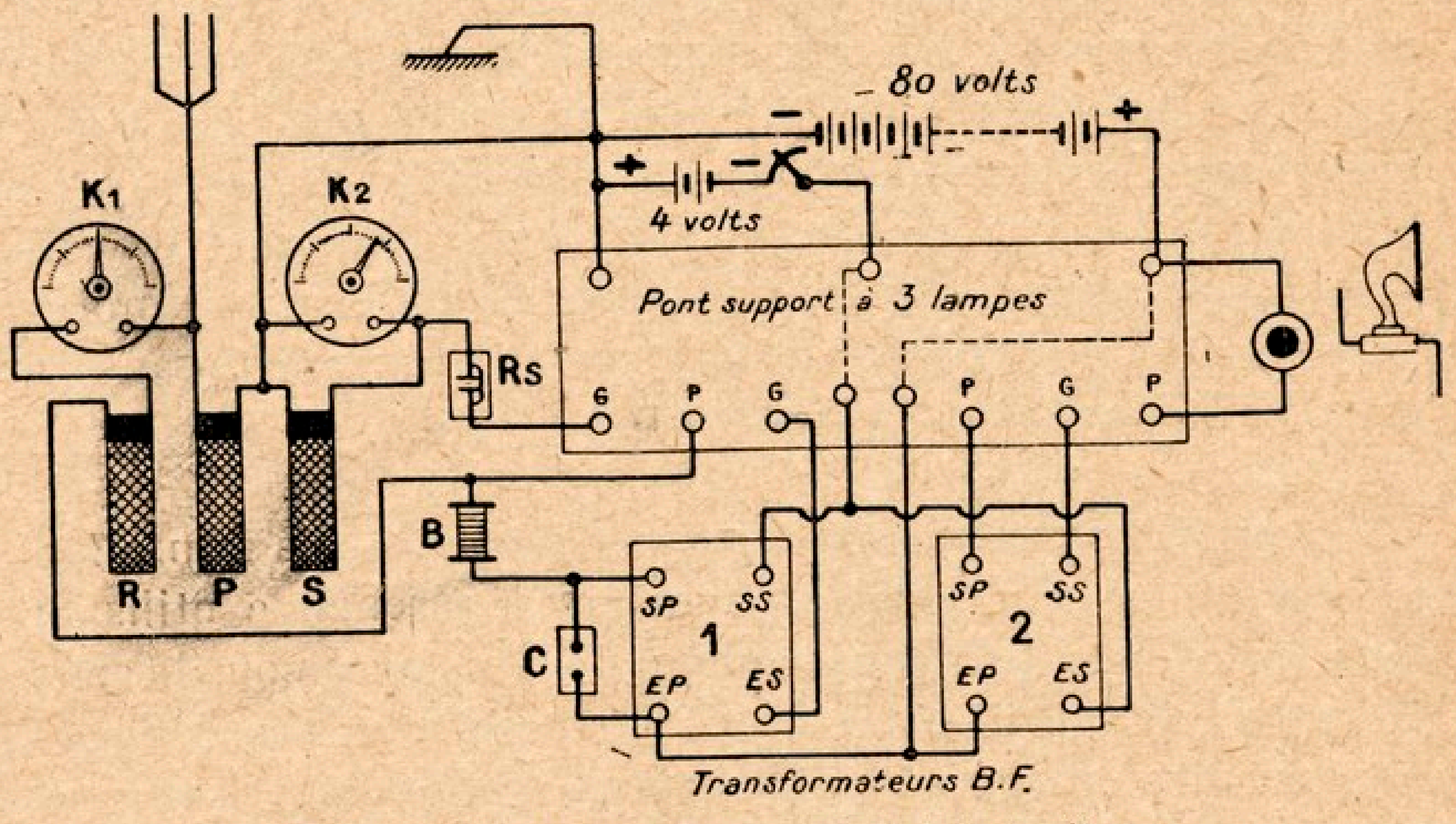


FIG. 162. — Récepteur Reinartz à trois étages.

nées pour la longueur d'onde des émissions qu'il désire recevoir avec elles.

f) **Amplificateur Reinartz à trois lampes.** — Le dispositif Reinartz que nous avons décrit au début de ce chapitre ne comportait qu'une lampe ; le schéma de la figure 162 représente l'appareil complété par deux étages d'amplification à basse fréquence par transformateurs. Ce dispositif convient à la réception en haut-parleur des ondes courtes.

L'écouteur téléphonique ne doit pas être shunté par un condensateur fixe. La manœuvre des condensateurs variables K_1 et K_2 doit se faire au moyen de manches isolants ; on se rappellera que ces capacités doivent être assez faibles : 025/1.000 pour K_2 et 050/1.000 pour K_1.

g) **Récepteur à trois lampes pour ondes courtes.** — Nous signalons le montage de la figure 163 qui nous a donné de bons résultats pour la réception des ondes courtes.

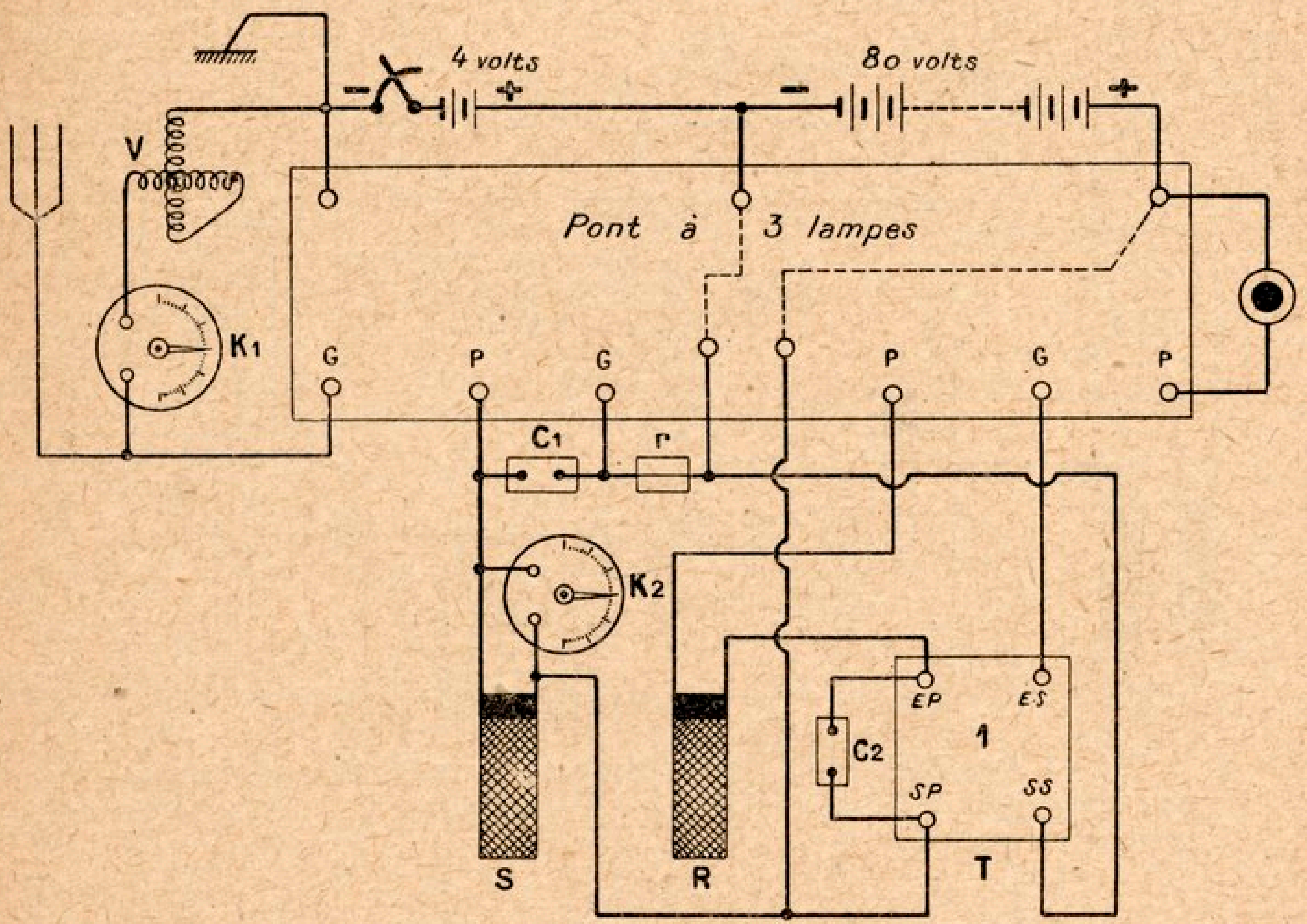


FIG. 163. — Récepteur à trois lampes pour ondes courtes.

Le variomètre V peut être réalisé au moyen de deux galettes

fond de panier reliées en série et se recouvrant plus ou moins ; S et R sont aussi des *fonds de panier* dont la valeur est donnée par le tableau de la page 138 ; C_1 est un petit condensateur de couplage de 02/1.000 de microfarad de capacité ; *r*, une résistance de grille de 4 à 5 mégohms ; C_2, un condensateur shunt de 2/1.000 de microfarad. Le condensateur variable K_1, qui avec un variomètre bien conditionné n'est pas absolument indispensable, a une capacité maxima de 05/1000 ; le condensateur K_2 une capacité de 025/1.000 de microfarad.

Les inductances S et R sont placées sur un dispositif de couplage.

Le transformateur B. F. est à rapport 1/1.

Appareil à quatre lampes. — Le dispositif que représente le schéma de la figure 164 a eu son heure de célébrité ;

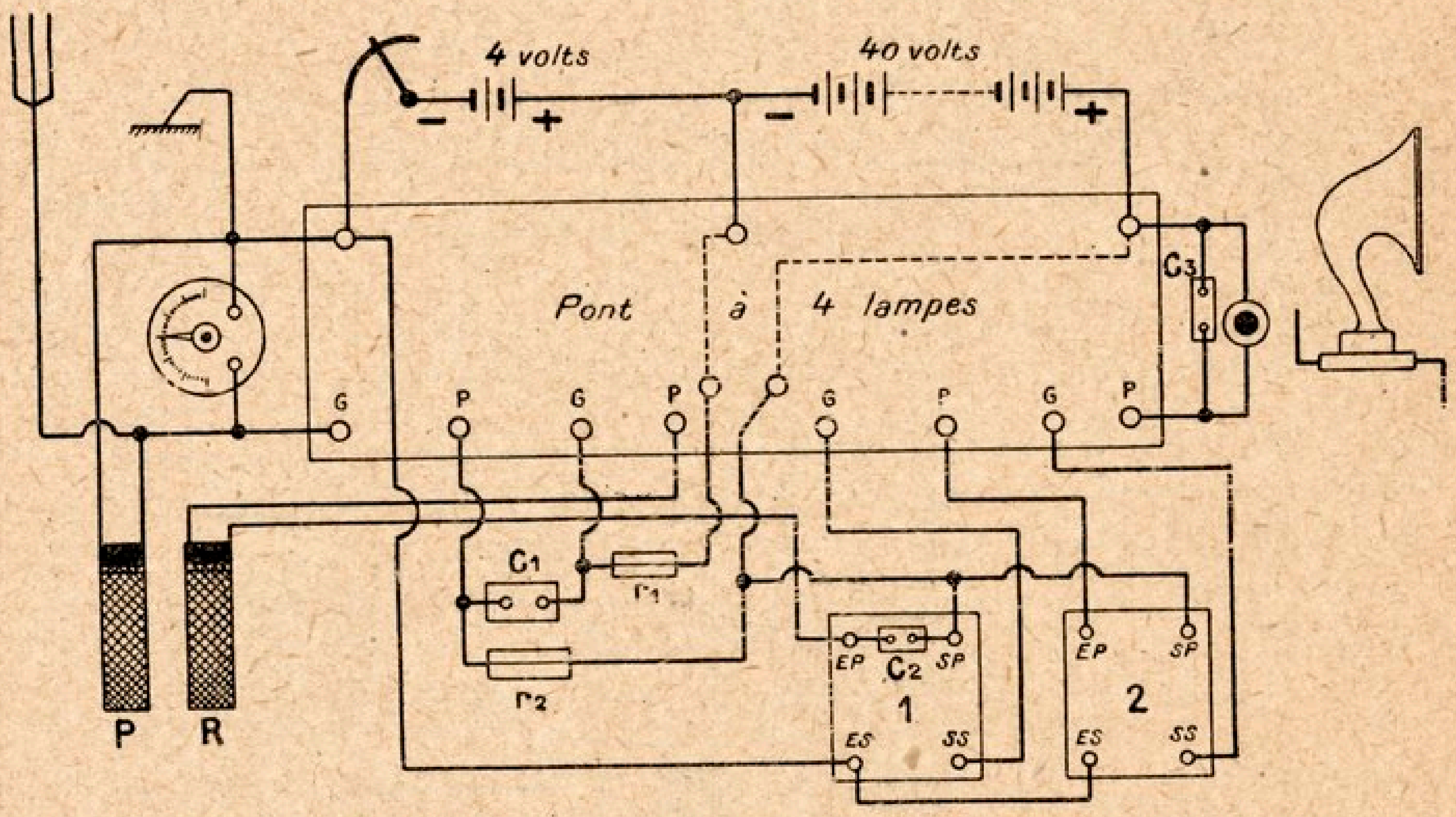


Fig. 164. — Amplificateur à quatre lampes : deux H. F. à résistances (la deuxième est autodétectrice) suivies de deux étages B. F. Réaction électromagnétique.

c'est un amplificateur puissant mais qui déforme légèrement les sons ; il ne convient pas à la réception des ondes courtes.

La galette P doit être étalonnée selon la longueur d'onde

de l'émission à recevoir ; l'inductance R de réaction est constituée par une galette *fond de panier*.

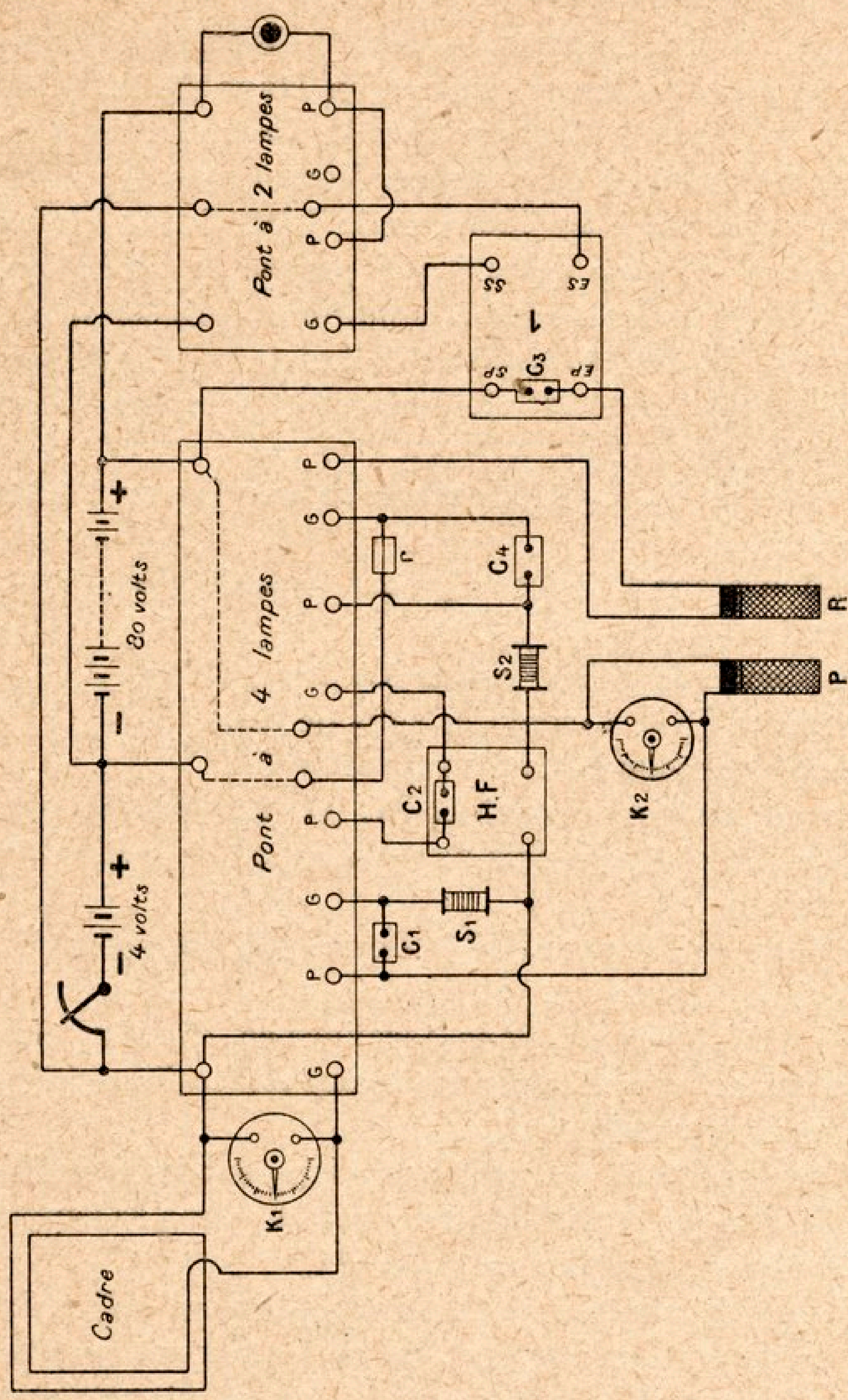


Fig. 165. — Amplificateur à cinq étages.

Le condensateur de liaison C_1 est une capacité de liaison de 02/1.000 de microfarad ; les condensateurs-shunts C_2 et C_3 ont une capacité de 2/1.000.

La résistance de grille r_1 est de 4 mégohms ; la résistance de plaque r_2, de 70.000 ohms.

Appareil à cinq lampes. — Sans valoir l'amplificateur à résistances à quatre lampes suivi d'un étage B. F., le récepteur dont la figure 165 représente le diagramme est un des meilleurs montages à cinq étages. Nous avons représenté le dispositif connecté à un cadre, mais il fonctionne également avec antenne et prise de terre ; il permet la réception des petites et des grandes ondes, à condition d'utiliser un transformateur H. F. différent suivant la longueur d'onde captée.

P et R sont des galettes étalonnées, montées sur dispositif de couplage.

Les capacités C_1, C_2 et C_3 ont une valeur fixe de 2/1.000 de microfarad.

Le condensateur de liaison C_4 a une capacité de 02/1.000 de microfarad.

La résistance de grille r est de 3 à 4 mégohms.

Les bobines S_1 et S_2 sont des selfs de choc.

Le transformateur BF est à rapport 1/5.

Les condensateurs variables K_1 et K_2 doivent être de faible capacité et être munis de verniers ou de leviers démultiplicateurs.

Le réglage de l'appareil de la figure 165 est assez délicat.

Nous mentionnerons, pour terminer ce chapitre sur les principaux montages d'appareils à lampes, les dispositifs nouveaux avec lampe polyode.

Les schémas 166 et 167 utilisent la lampe à deux grilles qui permet de diminuer considérablement et même de supprimer totalement la tension plaque.

Ces dispositifs sont encore bien récents pour qu'il soit possible de les juger sans erreur ; le meilleur nous paraît être l'unidyne Rogers et Dowding que représente le schéma 167 ; dans cet appareil K a une capacité variable de 0 à 1 millième ; C, une capacité fixe de 02/1.000. La résistance variable (Res. var.) peut être réglée entre 250.000 et 5.000.000 ohms.

Les galettes étalonnées P et R sont placées sur un disposi-

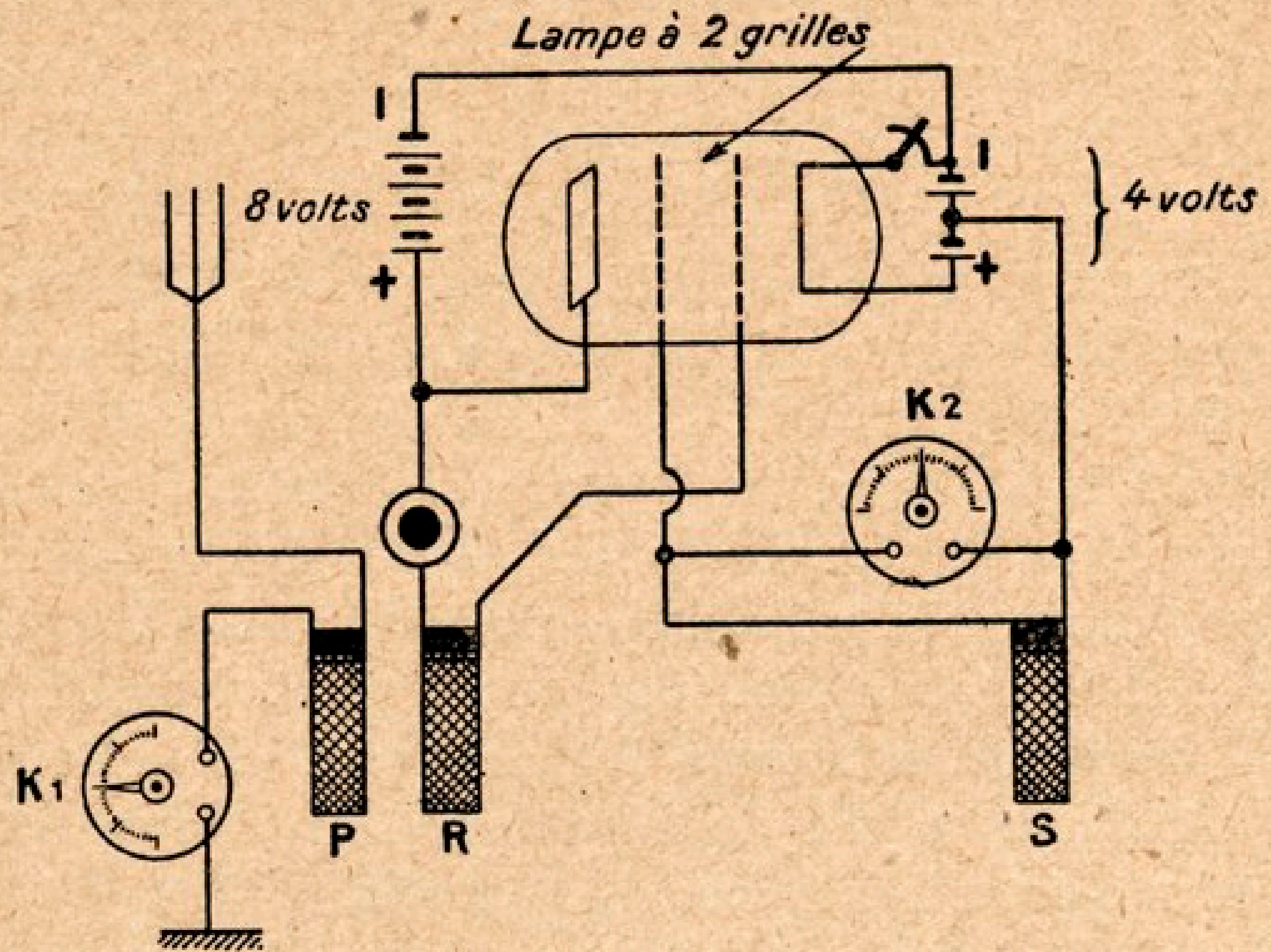


Fig. 166. — Récepteur à lampe bi-grille. Tension plaque réduite.

tif de couplage ; leur valeur est celle qu'indique approximativement le tableau de la page 138.

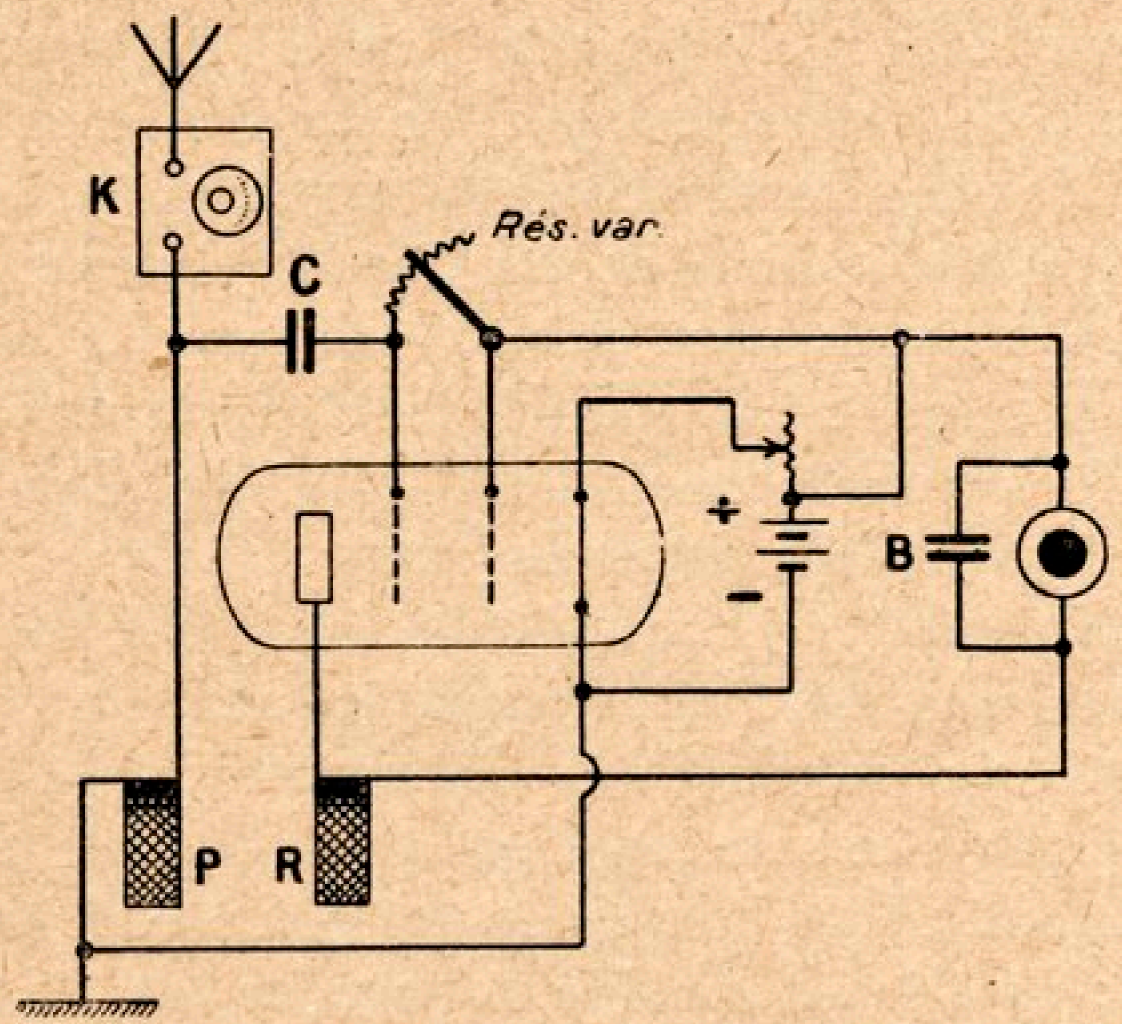


Fig. 167. — Récepteur unidyne avec lampe bi-grille.

M. de Brandner a imaginé, enfin, une lampe polyode à deux

filaments, deux grilles et une seule plaque en S. Nous avons en main le premier exemplaire de cet audion que nous a fait parvenir la Compagnie générale des Lampes à laquelle M. de Brandner a confié la réalisation de son invention.

Alimentation des appareils à lampes. — L'alimentation des appareils à lampes est une question qui intéresse au plus haut point l'amateur de T. S. F. Un dispositif efficace qui permettrait la suppression des accumulateurs de chauffage serait assuré du plus grand succès auprès des amateurs des villes qui trouvent fastidieux et onéreux de faire recharger à l'usine tous les mois ou tous les quinze jours leur accumulateur de chauffage, et auprès des amateurs de la campagne qui n'ont aucun moyen de faire redonner à leurs batteries épuisées une provision d'énergie nouvelle.

Il existe des lampes à faible consommation pouvant être utilisées avec tous les dispositifs décrits dans cet ouvrage, et qui permettent de ne procéder à la recharge des accumulateurs qu'à de longs intervalles ; ces lampes sont plus chères que les lampes ordinaires, mais leur utilisation offre d'appréciables avantages : elle permet l'emploi de piles facilement et économiquement rechargeables pour alimenter les filaments. Trois piles Leclanché de bonne capacité peuvent assurer l'écoute des radio-concerts durant plusieurs semaines, une heure chaque jour, sur un appareil à deux lampes radio-micro ; pour un dispositif à quatre lampes consommant le double de courant, on ajoutera trois nouvelles piles branchées en parallèle avec les trois premières.

Pour alimenter les filaments des lampes à consommation normale au moyen de piles, quelques amateurs remplacent l'electrolyte au chlorhydrate d'ammoniaque des éléments Leclanché par une solution d'eau acidulée au 1/10 (une partie d'acide sulfurique pur au soufre pour neuf parties d'eau de pluie) ; ils élèvent ainsi le voltage de leur batterie, mais l'usure des zincs est rapide s'ils n'ont pas été fortement amalgamés.

Lorsqu'on emploie pour l'alimentation des lampes radio-

micro une batterie d'accumulateurs, il est indispensable d'abaisser le voltage normal de cette batterie à 3,2 volts en intercalant un rhéostat de réglage dans le circuit de chauffage. D'ingénieux chercheurs ont, d'autre part, imaginé des montages permettant l'alimentation des amplificateurs directement par les distributions d'éclairage électrique ; ce dernier procédé est loin de donner satisfaction à la majorité de ceux qui l'ont essayé ; trop de courants parasites parcourent les secteurs et leur répercussion dans les circuits de réception rend extrêmement difficiles et instables des réglages convenables (1).

A l'amateur éloigné de toute usine électrique, de tout secteur d'éclairage nous conseillerons donc l'adoption de lampes à faible consommation alimentées par des piles rechargeables de grande capacité pour le chauffage des filaments ; à l'amateur qui dispose de l'éclairage électrique sur courant continu ou alternatif nous conseillerons l'emploi de lampes normales, et l'utilisation d'un bon accumulateur rechargé à domicile par l'amateur lui-même.

La recharge d'un accumulateur de 4 volts sur courant continu est des plus simples : après avoir déterminé au papier pole ou à l'aide d'un voltmètre la polarité des deux canalisations du circuit d'éclairage, on relie directement le fil positif à la borne positive de l'accumulateur à charger, et le fil négatif à la borne négative de l'accumulateur, mais en intercalant dans ce fil avant l'accumulateur trois ou quatre lampes de 32 bougies à filament de charbon montées en parallèle suivant le schéma de la figure 168. S'il s'agit de recharger un accumulateur de 40 volts, employé pour la tension de plaque, on remplace les quatre lampes de 32 bougies à filament de charbon par une seule lampe de 5 bougies à filament métallique.

Les accumulateurs sont suffisamment chargés lorsque l'électrolyte bouillonne abondamment.

La recharge des accumulateurs sur courant alternatif exige

(1) Le lecteur trouvera dans *la T. S. F. des Amateurs*, le schéma de différents montages de ce genre.

l'emploi d'une soupape ou d'un redresseur mécanique ne laissant passer dans l'accumulateur en charge que des pulsations de courant de même sens.

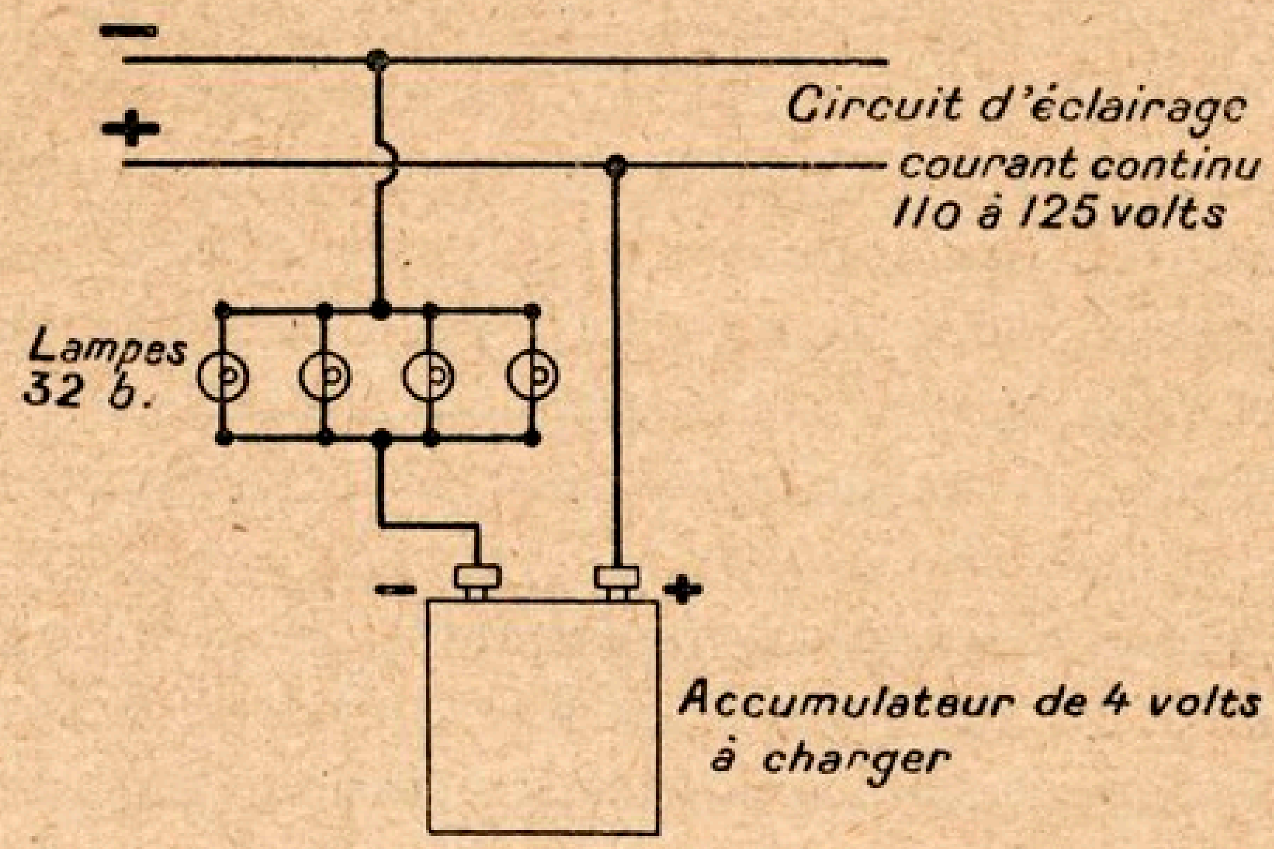


FIG. 168. — Charge d'un accumulateur de 4 volts sur courant continu 110 volts.

Les soupapes électrolytiques fonctionnent avec une dépense de courant énorme, nous en déconseillons l'emploi.

Le meilleur des redresseurs de courant et le plus économique est le relais redresseur Lindet. Nous l'utilisons personnellement depuis plusieurs années et nous sommes encore au premier reproche à lui adresser.

Le relais redresseur Lindet (*fig.* 169) permet la recharge des batteries de 4 volts et des batteries de 40 volts.

La tension aux bornes de chaque élément *mesurée pendant la charge* atteint une valeur maxima constante comprise entre 2,4 et 2,5 volts.

La densité de l'électrolyte, après avoir augmenté graduellement au cours de la charge, demeure également constante.

Le régime de charge d'un accumulateur doit être limité au dixième de la capacité totale ; ainsi on chargera sous 6 ampères au plus une batterie de 60 ampères-heures.

Le meilleur régime de charge est celui à intensité décroissante ; pour l'accumulateur précédent, on commencera la charge à 6 ampères de débit, puis on baissera progressive-

ment jusqu'à 5 ampères et demi, débit qu'on maintiendra jusqu'à ce l'on ait atteint 2,4 volts par élément. A ce moment on réduira l'intensité de moitié et on conservera ce régime jusqu'aux indices de fin de charge indiqués plus haut.

Pour la bonne conservation des plaques d'accumulateurs, il faut *éviter les surcharges et les intensités élevées en fin de charge.*

L'amateur assurera une durée presque illimitée à ses batteries d'accumulateurs, s'il s'inspire scrupuleusement des recommandations suivantes :

Veiller avec le plus grand soin au maintien du niveau du liquide à environ 1 centimètre au-dessus des plaques. *Le rétablir lorsque cela est nécessaire par addition d'eau pure.* Il ne faut se servir d'eau acidulée à 28-29° Baumé que lorsque la baisse du niveau est due à un renversement accidentel d'acide et dans ce cas vérifier la densité de l'électrolyte fin charge. Si cette densité est supérieure à 30° Baumé, la ramener à cette valeur par addition d'eau pure.

Maintenir toujours les batteries complètement chargées.

Vérifier périodiquement la densité fin charge des éléments.

Vérifier périodiquement la tension en fin charge et en fin de décharge de chaque élément. *Pour être utile, cette mesure doit être effectuée au cours de la charge ou de la décharge.*

Tenir l'extérieur des éléments toujours sec et propre.

Éviter l'attaque par l'acide des pièces en laiton en les graissant avec de l'huile ou de la graisse minérale, sauf les surfaces de contact.

Quelques recommandations pour la mise en service des batteries d'accumulateurs ne seront pas non plus inutiles pour l'amateur débutant :

Les accumulateurs lui sont habituellement livrés :

1° *Chargés et à l'acide ;*

2° *Chargés et à sec ;*

3° *Chargés et à l'eau ;*

4° *Déchargés et à sec.*

1° Lorsque les accumulateurs sont livrés *chargés et à l'acide*, c'est-à-dire en ordre de marche, une simple vérification des éléments suffit. L'amateur s'assurera du niveau de l'électro-

lyte, et, si tout est normal, les accumulateurs pourront être mis aussitôt en service. Cependant s'il s'écoule plus de dix jours entre leur livraison et leur emploi, il sera bon de leur donner une charge à faible régime qu'on prolongera pendant quatre à cinq heures jusqu'à l'apparition des indices de fin de charge.

2° *Chargés et à sec*, les accumulateurs peuvent être conservés assez longtemps avant d'être utilisés (deux ou trois mois), mais à la condition expresse d'être et de rester *hermétiquement clos*. Pour leur mise en service, on procédera de la manière suivante :

Enlever le bouchon d'obturation fermant hermétiquement chaque bac et remplir immédiatement ceux-ci avec un électrolyte à 30° Baumé constitué au moyen d'acide sulfurique pur au soufre.

Attendre environ une heure pour permettre aux plaques de s'imprégner d'électrolyte, puis, si cela est devenu nécessaire par suite de l'absorption des plaques, ajouter un peu d'électrolyte de façon à régler le niveau à sa hauteur normale. La batterie est alors prête à fonctionner après remise en place des bouchons.

Il y a toutefois avantage, si cela est possible, à charger la batterie quelques heures à faible régime jusqu'à ce que l'on ait atteint la tension maxima de 2,4 à 2,5 volts par élément et que celle-ci se soit maintenue constante pendant environ quatre heures.

3° *Chargés et à l'eau*, dans cet état, les accumulateurs peuvent encore être conservés un long temps, mais il faut que les plaques demeurent toujours complètement immergées. Pour la mise en service des batteries, on vide simplement l'eau qu'on remplace *immédiatement* par de l'acide à 30° Baumé.

4° *Déchargés et à sec*, les accumulateurs peuvent être conservés indéfiniment. Pour les utiliser, on remplit chaque élément jusqu'à la hauteur normale avec de l'eau légèrement acidulée, titrant environ 7° Baumé ; puis on met les batteries en charge *au petit régime* jusqu'à l'apparition des

indices de fin de charge aux bornes de chaque élément (tension et densité constantes), on prolonge cette charge quatre à cinq heures au delà de l'apparition desdits indices. On règle ensuite la densité à 28° Baumé en ajoutant un peu d'acide et l'on poursuit la charge encore une heure ou deux. Les accumulateurs peuvent alors être mis en service.

La conservation des *batteries inutilisées* exige une surveillance attentive ; lorsqu'un accumulateur est noyé dans son électrolyte normal, il ne doit jamais être conservé à l'état déchargé.

Si une batterie ne doit pas servir pendant un certain temps il faut la conserver :

Déchargée et à sec,

Chargée et à l'eau,

Ou chargée et à l'acide.

Dans ces deux derniers cas, il est indispensable de maintenir le niveau du liquide à sa hauteur normale, comme il est dit précédemment.

Dans le cas où la batterie est conservée chargée et à l'acide, il faut lui donner de temps en temps une charge à faible régime jusqu'à tension constante de 2,4 à 2,5 volts par élément et la prolonger à partir de ce moment pendant quatre à cinq heures. En général, il suffit de donner cette charge tous les mois, mais si l'on constate que la perte de charge est peu importante, on peut espacer les charges en conséquence.

Le relais redresseur Lindet est un redresseur de courant à fonctionnement mécanique : on sait que ce genre d'appareil est constitué en principe par un mécanisme d'interrupteur synchrone, c'est-à-dire par un interrupteur actionné par le courant alternatif à redresser et qui coupe et établit le courant de charge suivant les alternances du courant afin de n'envoyer dans la batterie que la partie du courant qui est de même polarité qu'elle.

Il utilise, comme interrupteur, une palette rigide et massive articulée sur couteau à la manière des fléaux de balance et qui, n'ayant pas de fréquence propre, peut suivre indifféremment les fréquences de tous les secteurs. Ce procédé à

permis d'utiliser les deux demi-périodes du courant alternatif, ce qui présente l'avantage, en dehors de l'augmentation de rendement, d'employer un transformateur abaisseur deux fois moins puissant à égalité d'intensité de courant de charge.

L'appareil est onstitué de la façon suivante : un aimant permanent puissant présente d'un côté deux masses polaires en acier doux portant chacune une bobine, de l'autre une palette articulée ainsi qu'il a été dit, cette palette s'engageant entre les deux masses polaires et limitée dans chacun de ses déplacements par un contact fixe. Cette palette qui est le prolongement de l'un des pôles peut être attirée indifféremment par l'une ou l'autre des masses polaires qui constituent le second pôle. Les bobinages des masses polaires sont disposés de telle sorte que le courant qui les parcourt augmente la puissance magnétique de l'une et affaiblit celle de l'autre ; les flux magnétiques produits par les enroulements étant, pour l'une des bobines, de même sens que le flux permanent, et de sens inverse pour l'autre, l'envoi d'un courant alternatif dans ces bobinages a pour effet d'attirer la palette alternativement vers l'une ou l'autre des masses polaires, de sorte qu'elle vient toucher alternativement l'un ou l'autre des deux contacts-butées, établissant ainsi deux circuits distincts et de cette façon les deux demi-périodes du courant sont utilisées.

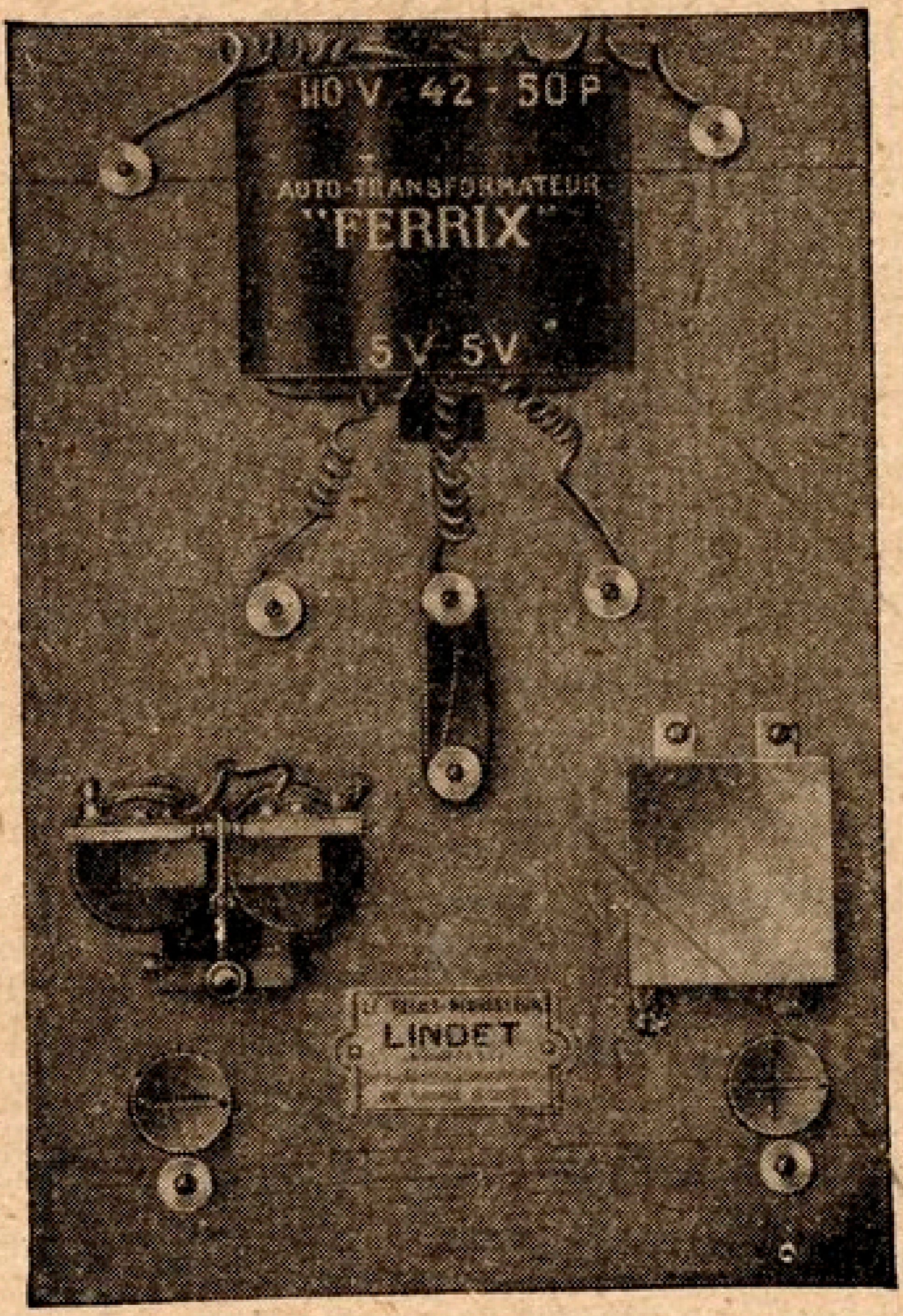


FIG. 169. — Relais-redresseur Lindet.

L'utilisation de l'appareil ne présente aucune difficulté et donne toute sécurité. L'amateur choisira un redresseur ap-

proprié à la valeur du courant alternatif sur lequel l'appareil fonctionnera. Le relais mis en place à proximité d'une prise de courant quelconque, l'amateur s'assurera que les bornes et vis de contact sont convenablement serrées et branchera aux deux bornes supérieures du tableau les deux fils d'alimentation sans s'inquiéter de leur polarité.

La borne positive et la borne négative, qui indiquent à la partie inférieure du tableau la sortie du courant redressé, doivent être connectées aux pôles de même nom de la batterie à charger.

Suivant le voltage de cette dernière, le bouchon de connexion qui est au centre du tableau sera placé dans les douilles de gauche ou dans les douilles de droite sur le transformateur ; pour une batterie de 4 volts, le bouchon sera engagé dans les douilles marquées 6 volts et pour des batteries de 6 volts dans les douilles marquées 9 volts, en ayan soin de disposer le bouchon de telle sorte que le fil rouge de la prise soit tourné du côté de la borne positive de sortie du tableau. Ceci est très important pour éviter une inversion de polarité du courant de charge.

Lorsque le relais-redresseur s'est accidentellement déréglé et ne fonctionne pas correctement, ce qui se traduit par des étincelles aux contacts du vibreur et l'oscillation saccadée, irrégulière de l'ampèremètre de contrôle, il y a lieu de vérifier les points suivants.

L'appareil étant au repos, s'assurer :

1° Que la palette mobile est bien à égale distance des deux masses polaires en acier. S'il y a lieu, rectifier cette position de la palette en desserrant la vis placée en bout de l'aimant, ce qui libère la rondelle de laiton maintenant en position le ressort-disjoncteur placé au-dessus de la palette, bloquer à nouveau cette vis après avoir rectifié la position de la palette.

2° La position de la palette étant correcte par rapport aux masses polaires, s'assurer que le contact double porté par la palette est à égale distance de l'un et de l'autre contact fixe porté par les plots de laiton, l'intervalle entre contacts doit

être de 5 à 7/10 millimètres. Pour modifier cet intervalle, desserrer d'un ou de deux tours les deux vis qui fixent les plots de laiton sur les masses polaires et faire reculer ou avancer lesdits plots, puis bloquer à nouveau les vis.

3° Nettoyer soigneusement les contacts avant chaque charge en pinçant entre eux une feuille de papier émeri fin pliée en deux.

4° Graisser largement avec de la vaseline ou de la graisse rose le pied de la palette et la fourche portée par celle-ci dans laquelle s'encastre le ressort disjoncteur.

5° Une légère couche de vaseline sur les contacts améliore le fonctionnement de l'appareil et protège les contacts de l'oxydation.

6° Avoir soin de bien isoler vos batteries du sol.

7° Ne pas dépasser 6 ampères comme intensité maximum de charge.

Le redresseur, dans ces conditions, devra fonctionner sans étincelles autres que celles occasionnées par suite d'à-coups dans le secteur. Les écartements indiqués entre contacts sont des écartements moyens ; on pourra les modifier par tâtonnements. Les plots de laiton étant isolés électriquement par des blocs de fibre serrés entre eux et les masses polaires, il sera bon de s'assurer de temps à autre que les vis qui fixent les plots ne sont pas desserrées par suite des variations hygrométriques agissant sur la fibre, ce qui amènerait le recul des plots de laiton.

Pour recharger une batterie de tension de plaque de 40 volts T. S. F. placer le bouchon de connexion sur le socle en porcelaine en ayant toujours soin que le fil de couleur soit tourné du côté + de sortie du tableau. Relier ensuite les bornes de sortie du tableau aux bornes correspondantes de la batterie en intercalant en série sur l'un des fils une lampe de 110 volts, 32 bougies à filament de charbon. Dans ce cas, le rhéostat et l'ampèremètre du tableau n'ont plus aucune action.

Un autre redresseur de courant également très pratique est l'appareil « Tungar ».

Le redresseur Tungar (*fig.* 170) est un convertisseur statique; il se compose essentiellement d'une ampoule et d'un transformateur. L'ampoule « Tungar » contient un filament de tungstène et une électrode en graphite dans une atmosphère de gaz argon. Lorsque le filament est porté à l'incandescence, l'ampoule constitue une véritable soupape, ne laissant passage au courant que dans un seul sens.

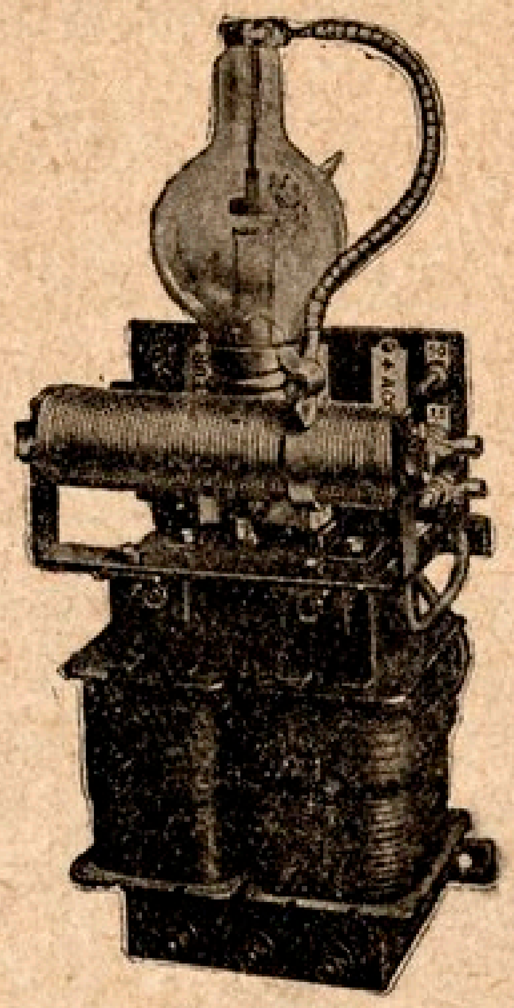


Fig. 170. — Relais-redresseur Tungar.

Le transformateur a pour rôle d'adapter la tension du secteur au voltage désiré pour le courant redressé. Il assure aussi le chauffage du filament de l'ampoule.

Le redresseur Tungar offre l'avantage d'un appareil très sûr, silencieux, ne comportant ni vibreur, ni partie tournante, ni électrolyte, ne demandant par conséquent ni surveillance, ni réglage, ni nettoyage; mais le maintien du filament à l'incandescence est une dépense de courant supplémentaire, et la vie de l'ampoule est limitée entre huit cents et mille heures pour un service normal. Pour l'amateur qu'une question d'économie ne saurait arrêter dans le choix d'un appareil commode, l'adoption du redresseur Tungar est à conseiller.

Pour utiliser le redresseur Tungar, l'amateur reliera les deux bornes d'entrée du transformateur placées sur la gauche du dispositif, derrière le rhéostat de réglage à une prise de courant sans se préoccuper de la polarité des connexions ; il placera l'ampoule sur son support et établira la connexion de l'électrode de graphite au moyen du conducteur souple muni à son extrémité libre d'une pince de serrage qui sera engagée dans la tige métallique émergeant au sommet de l'ampoule, Les batteries à charger seront reliées de la façon suivante aux bornes de droite du redresseur : la borne négative de la batterie à la borne du redresseur marquée du signe négatif ;

la borne positive de la batterie sera reliée à la borne $7^v,5$ s'il s'agit d'une source de 4 volts, à la borne 50 volts s'il s'agit d'une batterie de 40 volts. Pour recharger une batterie d'accumulateurs de 80 volts, on séparera les éléments en deux groupes de 40 volts qu'on alimentera en parallèle.

TROISIÈME PARTIE

APPLICATIONS DIVERSES DE LA TÉLÉGRAPHIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SANS FIL

La T. S. F. service public. — Le public est admis, en France, à faire usage de la télégraphie sans fil dans les mêmes conditions que de la télégraphie ordinaire.

Tout bureau de poste ouvert au service des dépêches reçoit les radiotélégrammes et les achemine par fil jusqu'à la station d'émission, qui est soit une des stations côtières appartenant à l'administration des P. T. T., soit une des grandes stations à trafic intercontinental.

Les télégrammes à destination de l'Amérique, de la Grande-Bretagne, de l'Espagne, de la Syrie, de la Palestine, de la Tchéco-Slovaquie et de la Roumanie, qui portent la mention *via* Radio-France, mention non soumise à la taxe, sont transmis par la station de Sainte-Assise près de Melun.

Principales longueurs d'onde employées en T. S. F. — Les stations côtières et les navires utilisent pour leurs transmissions des longueurs d'onde de 450, 600 et 800 mètres.

Les puissantes stations continentales émettent sur longueurs d'onde plus grandes. Le poste de la Tour Eiffel transmet sur une gamme de longueurs d'onde variant de 2.200 à 3.600 mètres sur étincelles musicales et sur 7.300 mètres en ondes entretenues. Le poste de Lyon transmet sur 10.000 et 15.000 mètres en entretenues ; celui de Bordeaux-Croix-d'Hins sur 23.450 mètres.

La station de Nantes transmet en entretenues sur 9.000 mètres.

Signaux télégraphiques Morse : Lettres et chiffres.

LETTRES	SIGNAUX	LETTRES	SIGNAUX	LETTRES	SIGNAUX
a	· —	h	· · · ·	p	· — — ·
à ou ä	· — · —	i	· ·	q	— — · —
å	· — — · —	î ou ï	· · · · — · · — —	r	· — ·
b	— · · ·	j	· — — —	s	· · ·
c	— · — ·	k	— · —	t	—
ç	— · — · ·	l	· — · ·	u	· · —
ch	— — — —	m	— —	ü	· · — —
d	— · ·	n	— ·	v	· · · —
o	·	ñ	— — · — —	w	· — —
é ou è	· · — · ·	o	— — —	x	— · · —
f	· · — ·	ô ou ö	— — — ·	y	— · — —
g	— — ·			z	— — · ·

Espacement et longueurs des signes.
1° Une barre est egale à 3 points.
2° L'espace entre les signaux d'une même lettre est égal à 1 point.
3° L'espace entre deux lettres est égal à 3 points.
4° L'espace entre deux mots est égal à 5 points.

CHIFFRES	SIGNAUX	CHIFFRES	SIGNAUX	CHIFFRES	SIGNAUX
1	· — — — —	5	· · · · ·	9	— — — — ·
2	· · — — —	6	— · · · ·	0	— — — — — ou bien ——
3	· · · — —	7	— — · · ·	Barre de fraction	— — — — — —
4	· · · · —	8	— — — · ·		

Signes de ponctuation et indications de service.

PONCTUATION ET INDICATIONS	SIGNAUX	PONCTUATION ET INDICATIONS	SIGNAUX
Point.................(.)	· · · · · · · · · · (abrégé)	Parenthèses............( )	— · — — · —
Point et virgule........(;)	— · — · — ·	Souligné (avant et après les mots..............	· · — — · —
Virgule...............(,)	· — · — · —	Appel..................	— · — · —
Deux points...........(:)	— — — · · ·	Séparation...........(=)	— · · · —
Point d'interrogation ou demande de répétition.	· · — — · ·	Compris................	· · · — ·
Point d'exclamation....(!)	— — · · — —	Erreur.................	· · · · · · · · ·
Apostrophe...........(')	· — — — — ·	Croix (fin de transmission).	· — · — ·
Alinéa.................	· — · — · ·	Invitation à transmettre...............	— · — — · · · · — ·
Trait d'union..........(-)	— · · · · —	Attente................	· — · · ·
Guillemets..........(« »)	— · — — · —	Fin de travail...........	· · · — · —

Signes conventionnels. — Les signaux employés en T. S. F. sont ceux du code Morse international que reproduisent les tableaux précédents :

Pour apprendre à lire au son. — On nous a souvent consulté sur le choix d'une méthode pour apprendre rapidement la lecture au son des signaux de l'alphabet télégraphique, nous conseillons de s'exercer à cette lecture en suivant un bon syllabaire d'écolier.

Il y a avantage à prier quelqu'un de transmettre pour vous, avec un vibrateur d'exercice, les signaux à retenir.

La manipulation de chaque lettre sera rapide ; il est, en effet, indispensable que l'oreille se familiarise du premier coup avec la musique particulière de chaque lettre sans qu'un effort de mémoire intervienne pour la décomposer en traits et points.

Le manipulant laissera, entre l'émission de deux lettres, d'abord un très long intervalle qu'il réduira peu à peu à mesure que s'affirmeront les progrès de l'élève pour arriver assez vite à une transmission normale de 800 à 1.000 mots à l'heure.

Un procédé mnémotechnique excellent pour se familiariser rapidement avec la forme des caractères télégraphiques consiste à les étudier comparativement dans l'ordre suivant :

1° Lettres uniquement formées de traits :

T	M	O	CH
—	— —	— — —	— — — —

2° Lettres uniquement formées de points :

E	I	S	H
·	· ·	· · ·	· · · ·

3° Lettres formées d'un trait suivi de points :

N	D	B
— ·	— · ·	— · · ·

4° Lettres formées de points suivis d'un trait :

A	U	V
· —	· · —	· · · —

5° Lettres dont la composition fait contraste :

A	D	B	K	L
· —	— · ·	— · · ·	— · —	· — · ·
N	**U**	**V**	**R**	**F**
— ·	· · —	· · · —	· — ·	· · — ·
P	**G**	**X**	**W**	
· — — ·	— — ·	— · · —	· — —	

Il n'y a aucune difficulté à se rappeler la figuration des chiffres, qui utilise toujours cinq caractères régulièrement groupés.

Indicatifs d'appels. — Chaque station, chaque navire pourvu d'une installation de T. S. F. possède un indicatif d'appel particulier composé de trois lettres ; les postes de la guerre et de la marine n'en utilisent que deux dans leurs relations; les navires de la marine marchande emploient toujours les trois.

Voici, par État, la répartition des indicatifs d'appel utilisés par les stations d'émission :

AAA — AMZ	Allemagne.
ANA — APZ	Indes néerlandaises.
AQA — AWZ	Norvège.
AXA — AZZ	
B	Grande-Bretagne.
CAA — CEZ	Chili.
CFA — CKZ	Possessions et Protectectorats britanniques.
CLA — CMZ	Espagne.
CNA — CNZ	Maroc.
COA — COZ	Grande-Bretagne.
CPA — CPZ	Bolivie.
CQA — CQZ	Monaco.
CRA — CRZ	Colonies portugaises.
CSA — CUZ	Portugal.
CVA — CVZ	Roumanie.
CWA — CWZ	Uruguay.
CXA — CXZ	Espagne.
CYA — CZZ	Mexique.
D	Allemagne.
EAA — EHZ	Espagne et Colonies.
EIA — EZZ	Grande-Bretagne.
F	France et Colonies et Protectorats.
G	Grande-Bretagne.
HAA — HAZ	Hongrie.
HBA — HBZ	Suisse.
HCA — HCZ	Équateur.
HDA — HEZ	Pays-Bas.
HFA — HFZ	Royaume des Serbes, Croates et Slovènes.
HGA — HHZ	Siam.
HIA — HIZ	République Dominicaine.

HJA — HKZ	Colombie (République).
HLA — HNU	Espagne.
HNV — HNZ	Nouvelles Hébrides.
HOA — HZZ	France et Colonies et Protectorats.
I	Italie et Colonies.
J	Japon et Possessions.
KAA — KBZ	Allemagne.
KCA — KCZ	Latvie (Lettonie).
KDA — KZZ	États-Unis d'Amérique.
LAA — LHZ	Norvège.
LIA — LRZ	République Argentine.
LSA — LUZ	Grande-Bretagne.
LVA — LVZ	Guatémala.
LWA — LWZ	Norvège.
LXA — LZZ	Bulgarie.
M	Grande-Bretagne.
N	États-Unis d'Amérique.
OAA — OBZ	Pérou.
OCA — OFZ	Grande-Bretagne.
OGA — OIZ	Danemark.
OJA — OJZ	Finlande.
OKA — OKZ	Tchécoslovaquie.
OLA — OMZ	Pays-Bas.
ONA — OTZ	Belgique et Colonies.
OUA — OZZ	Danemark.
PAA — PIZ	Pays-Bas (Métropole).
PJA — PJM	Colonie de Curaçao.
PJN — PJZ	Surinam.
PKA — PMZ	Indes néerlandaises.
PNA — PPZ	Brésil.
PQA — PSZ	Portugal.
PTA — PVZ	Brésil.
PWA — PWZ	Cuba.
PXA — PZZ	Pays-Bas (Métropole).
Q	***Réservée pour les abréviations.***
R	Russie.
SAA — SMZ	Suède.
SNA — STZ	Brésil.
SUA — SUZ	Égypte.
SVA — SZZ	Grèce.
TAA — TEZ	Turquie.
TFA — TFZ	Islande.
TGA — THZ	Grèce.
TIA — TOZ	Espagne.
TFA — TUZ	Norvège.
TVA — TZZ	Pays-Bas.
UAA — UMZ	France et Colonies et Protectorats.
UNA — UNZ	Royaume des Serbes, Croates et Slovènes.
UOA — UOZ	Autriche.
UPA — UZZ	Italie.
VAA — VGZ	Canada.
VHA — VKZ	Fédération australienne.
VLA — VMZ	Nouvelle-Zélande.
VNA — VNZ	Union de l'Afrique du Sud.
VOA — VOZ	Terre-Neuve.
VPA — VSZ	Colonies et Protectorats britanniques n'ayant pas de Gouvernement autonome.
VTA — VWZ	Indes britanniques.
VXA — VZZ	Colonies et Protectorats britanniques.
W	États-Unis d'Amérique.
XAA — XDZ	Mexique.
XEA — XMZ	Grande-Bretagne.
XNA — XSR	Chine.
XTA — XZZ	Grande-Bretagne.
Y	Grande-Bretagne.
Z	Grande-Bretagne.

Le lecteur trouvera dans la *Nomenclature officielle des stations radiotélégraphiques*, publiée à Berne par le Bureau

International de l'Union Télégraphique et qu'on peut consulter dans tous les bureaux de poste ouverts au service des dépêches, une liste complète de tous les indicatifs d'appels des stations actuellement en service, avec des renseignements sur la longueur d'onde des émissions, la caractéristique des appareils employés et les heures de service.

Échange des radiotélégrammes. — L'appel d'un poste par un autre poste comporte le signal :

— · — · —   — · — · —   — · — · —

puis l'indicatif répété trois fois de la station appelée, le mot « de » suivi de l'indicatif de la station expéditrice répété trois fois.

La station appelée répond par le signal :

— · — · —   — · — · —   — · — · —

suivi de l'indicatif répété trois fois de la station correspondante, du mot « de » suivi de son indicatif et du signal :

— · —

Ainsi la Tour Eiffel, ayant un télégramme à transmettre à Rochefort, échangera avec cette station les signaux préliminaires suivants :

Appel: — · — · —   Appel: — · — · —   Appel: — · — · —   — · · · —   T: —   R: · — ·

T: —   R: · — ·   T: —   R: · — ·   d: — · ·   e: ·   F: · · — ·   L: · — · ·

F: · · — ·   L: · — · ·   F: · · — ·   L: · — · ·

Appel: — · — · —   Appel: — · — · —   Appel: — · — · —   — · · ·

F: · · — ·   L: · · ·   F: · · — ·   L: · — · ·   F: · · — ·   L: · — · ·   d: — · ·

e: ·   T: —   R: · — ·   T: —   R: · — ·   T: —   R: · — ·   Invitation à transmettre: — · —

et transmettra ensuite sa communication.

Télégrammes chiffrés. — La plupart des radiotélégrammes sont transmis en langage clair; quelques dépêches officielles sont cependant chiffrées. En voici deux spécimens :

TO. TO. TO de FL FL. FL. fgd. fgd. mst. mst. qrd. qrd. fxy. fxy. jmn. jmn. fxd. fxd. rst. rst. kns. kns. pvd. pvd.
TZ. TZ. TZ. de FL. FL. FL. Prière répéter les mots deux fois — Voici off. — 4643 — 1372.1468.3266.1314.5116...

Ainsi transmis, ces messages ne peuvent être traduits sans le secours d'un cryptogramme spécial que l'autorité militaire garde secret.

Abréviatifs de service. — Les stations radiotélégraphiques font usage des abréviatifs suivants dans la correspondance internationale.

PRB ? = Voulez-vous que nous communiquions à l'aide du code international ?
QRA ? = Quel est le nom de votre station ?
QRB ? = A quelle distance êtes-vous ?
QRC ? = Quelle est votre position ?
QRD ? = Où allez-vous ?
QRF ? = D'où venez-vous ?
QRG ? = A quelle compagnie appartenez-vous ?
QRH ? = Quelle est votre longueur d'onde ?
QRJ ? = Combien de mots avez-vous à transmettre ?
QRK ? = Comment recevez-vous ?
QRL ? = Recevez-vous mal ? Faut-il faire 20 V pour réglage
QRM ? = Êtes-vous troublé ?
QRN ? = Avez-vous de forts parasites ?
QRO ? = Dois-je augmenter l'énergie ?
QRP ? = Dois-je diminuer l'énergie ?
QRQ ? = Dois-je transmettre plus vite ?
QRS ? = Dois-je transmettre plus lentement ?
QRT ? = Dois-je cesser la transmission ?
QRU ? = Avez-vous quelque chose pour moi ?
QRV ? = Êtes-vous prêt ?
QRW ? = Êtes-vous occupé ?
QRX ? = Dois-je attendre ?
QRY ? = Quel est votre tour ?
QRZ ? = Mes signaux sont-ils faibles ?
QSA ? = Mes signaux sont-ils forts ?

QSB? = Mon étincelle est-elle mauvaise?
QSC? = Les intervalles de transmission sont-ils mauvais?
QSD? = Voici mon heure... Quelle est la vôtre?
QSF? = Les télégrammes seront-ils transmis alternativement?
QSG? = Sera-ce par série de 5 radiotélégrammes?
QSH? = Sera-ce par série de 10 radiotélégrammes?
QSJ? = Quelle est la taxe à percevoir?
QSK? = Le dernier radiotélégramme est-il annulé?
QSL? = Avez-vous reçu quittance?
QSM? = Quelle est votre vraie route?
QSN? = Communiquez-vous avec la terre?
QSO? = Êtes-vous en communication avec une autre station?
QSP? = Dois-je avertir X que vous l'appelez?
QSQ? = Suis-je appelé par X?
QSR? = Expédiez-vous le radiotélégramme
QST? = Avez-vous reçu un appel général?
QSU? = A quelle heure m'appellerez-vous?
QSV? = Correspondance publique est-elle engagée
QSW? = Dois-je augmenter ma fréquence d'étincelle?
QSX? = Dois-je diminuer ma fréquence d'étincelle?
QSY? = Voulez-vous que je transmette avec autre longueur d'onde?

Sans le point d'interrogation, ces signaux traduisent l'affirmation, ainsi :

PRB = Communiquons à l'aide du code international.
QRA = Ma station est...
QRB = La distance entre nous est de...
QRD = Je vais à, etc., etc...

Le signal CQ est un indicatif de recherche employé par une station qui désire entrer en correspondance ;

Le signal TR annonce l'envoi d'indications concernant une station de bord ;

Le signal (!) annonce qu'une station va émettre avec une grande puissance.

Les postes radiotélégraphiques français de la guerre et de la marine font très souvent usage entre eux des abréviatifs suivants :

Zéro ou **SA** = Nous n'avons rien à transmettre.
PO = Télégramme officiel.
PA = Télégramme de service.

PE = Télégramme pour exercice.
PAD = Télégramme urgent.
PZ = Parlez.
?? = Répétez tout.
RU = Sommes troublés.
RJ = Sommes troublés par autre transmission.
RK = Parasites nombreux.
RF = Réception faible.
RB = Réception bonne.
RP2 = Replions. Serons en station dans deux heures.
RAB = Réception assez bonne.
RTB = Réception très bonne.
V = Signal de réglage.
AE = Augmentez énergie.
DE = Diminuez énergie.
CRV = Comment recevez-vou
BJR = Bonjour.
BSR = Bonsoir.
VCI = Voici.
VAM = Avions avarie moteur.
VAR = Avions avarie réception.
VAT = Avions avarie transmission.
VAA = Avions avarie antenne.
CL = Clôture.

Les postes anglais du General Post-Office et ceux de la Compagnie Marconi emploient les abréviatifs suivants :

S = Message privé.
SB = Message gouvernemental.
SP = Message de presse.
UT = Envoyez 20 V pour réglage.
UT six = Envoyez 20 V pour réglage avec 6 mm. d'étincelle.
ZP = Quelle est votre position actuellement ?
ZP = Quelle est votre position actuellement ?
CQ = Tous (toutes les stations) appel général.
HQ = Comment sont les signaux ?
OK = Très bien, très bon.
RD = Reçu.
RT = C'est juste.
UD = Répétez.
G = Transmettez.
MQ = Attendez.
KQ = Dites-nous quand vous serez prêt.
ZM = État atmosphérique.

ZQ = Attendez avant de transmettre.
SOS = Signal de détresse des navires.

Émissions régulières de T. S. F. — Les trois grandes stations françaises de la Tour Eiffel, de Lyon et de Bordeaux procèdent régulièrement chaque jour à des émissions de T. S. F. d'utilité générale dont l'horaire est le suivant :

POSTE DE LA TOUR EIFFEL (FL).

Signaux horaires :

9 h. 30. Signaux horaires ordinaires automatiques. 10 h. Signaux horaires scientifiques rythmés. 10 h. 45. Signaux horaires ordinaires automatiques. 22 h. Signaux horaires scientifiques, rythmés. 22 h. 45. Signaux horaires ordinaires automatiques.	Émission amortie musicale. Long. d'onde 2.600m. Puissance 60 Kw.

Émissions météorologiques :

2 h. 20 Météo-France. 8 h. 20 Météo-France. 11 h. 30 Météo-Europe. 14 h. 20 Météo-France. 19 h. 20 Météo-France.	Émission amortie musicale. Long. d'onde 2.600 m. Puissance 60 Kw.

Télégrammes de presse :

12 h. Presse.	Émission musicale. Long. d'onde 3.200 m. Puissance 60 Kw.

POSTE DE LYON (YN).

Signaux horaires :

8 h. Signaux horaires scientifiques rythmés. 9 h. Signaux horaires ordinaires automatiques.	Émission entretenue. Long. d'onde 15.500m. Puissance 100 Kw.

POSTE DE BORDEAUX (LY).

Signaux horaires :

20 h. Signaux horaires scientifiques rythmés.	Émission entretenue. Long. d'onde 23.400m. Puissance 500 Kw.

Signaux horaires. — En 1913, la Conférence internationale de l'Heure a chargé l'Observatoire de Paris de déterminer l'heure du premier méridien (celui de Greenwich qui

est également celui de Saumur) adopté par tous les pays. Depuis le 1er juillet 1913, cette heure est envoyée deux fois par jour, automatiquement, par un relais télégraphique spécial, à la station de la Tour Eiffel qui transmet les signaux horaires aux différents postes de T. S. F. chargés de répéter ces signaux dans leur zone d'action. Ainsi les navires dispersés sur la surface des océans reçoivent l'heure exacte du premier méridien. En comparant cette heure avec l'heure locale calculée sur la position du soleil, les navires peuvent faire le point avec une très grande précision et déterminer leur situation exacte sur la carte.

Voici la liste des stations désignées par la Conférence pour la transmission des signaux horaires, avec les heures auxquelles ces stations procèdent aux émissions :

San Fernando (Brésil)	2 h.
Arlington, près de Washington (États-Unis)	3 h.
Mogadixio (Somalie italienne)	4 h.
Tombouctou	6 h.
Paris	10 h.
Nauen (Allemagne)	12 h.
San Fernando	16 h.
Arlington	17 h.
Massouah (Érythrée)	18 h.
San Francisco (États-Unis)	20 h.
Paris	22 h.
Nauen	24 h.

Le diagramme de la figure 171 donne le graphique des signaux horaires adoptés par la Conférence internationale de l'Heure.

La station du Champ de Mars procède chaque jour à l'émission des signaux français de 9 h. 58, 9 h. 59, 10 heures. Ces signaux sont envoyés sur longueur d'onde de 2.600 mètres par émission musicale.

Les signaux d'avertissement de 57 m. 0 s. à 57 m. 50 s. sont effectués à la main par l'opérateur télégraphiste ; mais les signaux horaires proprement dits sont effectués automatiquement par une pendule spéciale de l'Observatoire.

Les traits couvrent une durée d'une seconde et les intervalles sont aussi d'une seconde; les points couvrent un quart de seconde.

La Tour Eiffel transmet également l'heure au moyen d'un signal bref appelé « top » répété à trois reprises différentes à 10 h. 45, 10 h. 47 et à 10 h. 49. Ils sont précédés de signaux conventionnels destinés à prévenir l'attention, envoyés pendant la minute qui précède le signal horaire. Ces signaux sont répétés la nuit à 22 h. 45, 22 h. 47 et 22 h. 49.

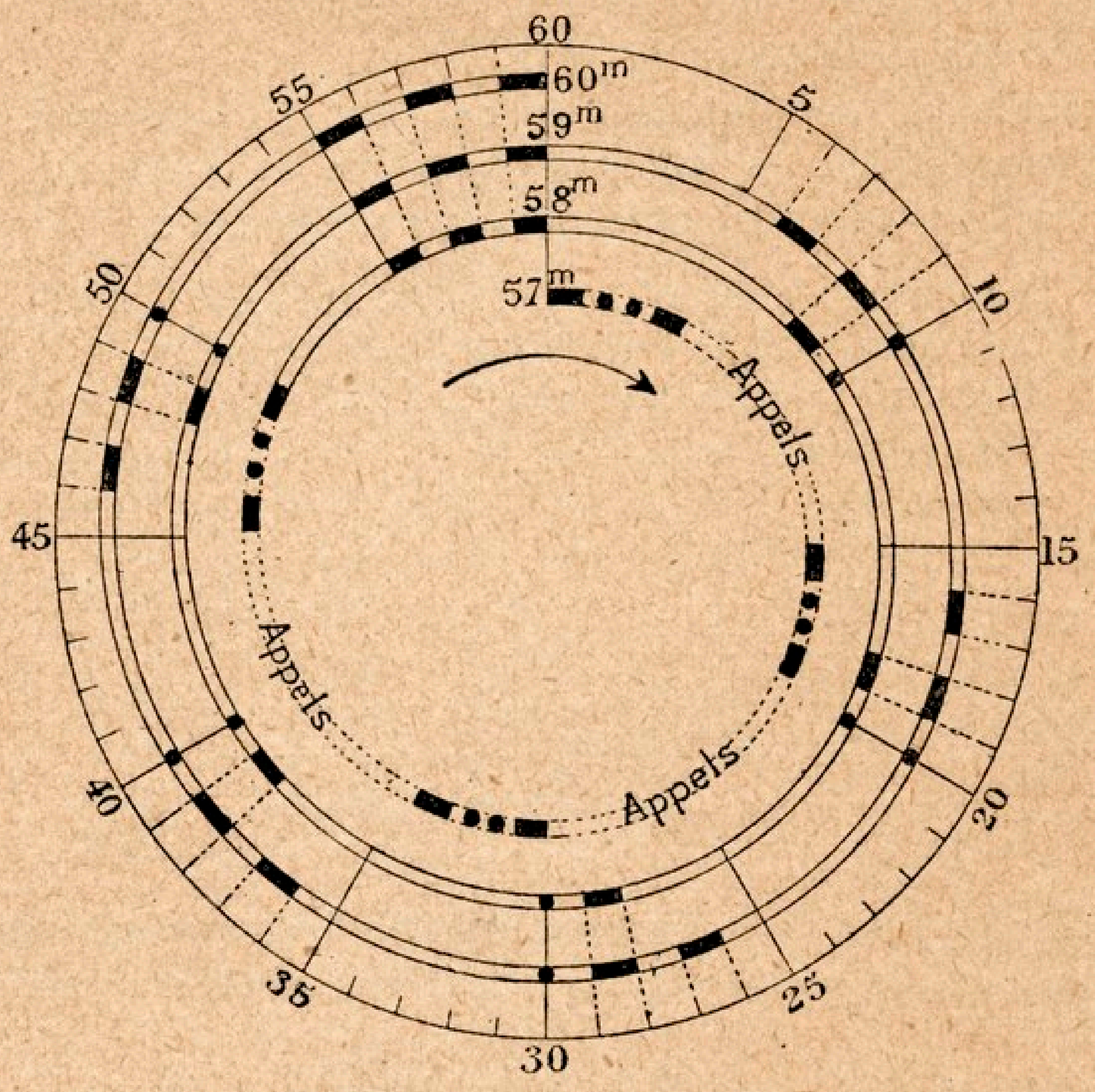


Fig. 171. — Signaux horaires.

Les signaux préparatoires sont les suivants :

Pendant la minute précédant le premier signal, série de traits (une vingtaine) :

— — — — — — — — — — — — — — — — —

Pendant la minute précédant le second signal, série de

traits suivis de deux points :

— · · — · · — · · — · · — · · — · · — · · — · ·

Pendant la minute précédant le troisième signal, série de traits suivis de quatre points :

— · · · · — · · · · — · · · · — · · · · — · · · · — · · · ·

Chacune de ces séries de signaux préparatoires est suivie d'un silence de quelques secondes, après lequel un seul point assez bref indique l'heure exacte. Ce « top » bref est envoyé automatiquement par l'horloge de l'Observatoire. Les mêmes signaux sont répétés à 22 h. 45.

Battements pendulaires. — Deux fois par jour, le matin vers 10 h. 30 et le soir vers 22 heures sur 2.600 mètres de longueur d'onde ou sur 2.100 mètres vers 22 h. 30, la Tour Eiffel procède à l'émission de battements espacés de seconde en seconde et destinés à servir au réglage précis des chronomètres par la méthode dite des coïncidences. (On trouvera l'exposé de cette méthode, dite de Borda, dans les traités de physique élémentaire.)

A partir de 22 h. 30, par exemple, il est transmis une série de 300 points ou « tops » radiotélégraphiques espacés de 1 — 1/100 seconde, les 60me, 120me, 180me et 240me points étant supprimés pour établir des repères de comptage.

Cette série est écoutée à l'Observatoire de Paris dans un récepteur de T. S. F. et comparée aux battements d'un chronomètre garde-temps par la méthode des coïncidences.

Un calcul très simple permet de passer des heures notées au chronomètre aux heures exactes (à 1 ou 2 centièmes près), des 1er et 180e tops de la série qu'on transforme en heures, temps légal, en ajoutant la correction correspondante du chronomètre.

Ces dernières heures sont transmises aussitôt après le signal horaire de 23 h. 49 m. de la manière suivante :

Si les heures des 1er et 300me battements sont, par exemple, 23 h. 30 m. 8 s. 15 et 23 h. 35 m. 1 s. 17, on transmet les deux groupes de chiffres suivants répétés deux fois ;

= = 300815 . 350117 = 300815 . 350117 =

Pour connaître avec une grande approximation la correction à apporter à un chronomètre ou à une pendule de précision, par rapport à l'heure légale de l'Observatoire, il suffit d'écouter les battements de ce chronomètre ou de cette pendule par l'intermédiaire d'un microphone placé sur le mouvement, en même temps que la série des 300 points transmise par la Tour Eiffel. On note les heures du chronomètre aux moments du 1er et du 300e tops. En retranchant ces heures respectivement de celles correspondantes qui sont radiotélégraphiées par la Tour, on obtient deux valeurs de la correction du chronomètre ou de la pendule qui doivent concorder à un centième près.

L'horaire des transmissions des battements pendulaires est assez variable, il dépend souvent des expériences ou des travaux en cours.

Bulletins météorologiques. — La station du Champ de Mars transmet chaque jour des dépêches météorologiques très importantes émanant du Bureau Central.

Les transmissions météorologiques se rapportent aux observations faites dans une trentaine de stations françaises.

Chaque télégramme se compose de deux parties transmises successivement et sans interruption. La première se rapporte aux observations ordinaires (Code International ou peu différent). La deuxième contient des sondages. Nous nous contenterons de signaler les codes employés dans la transmission des observations météorologiques ordinaires.

1° *Observations de sept heures.* — 4 groupes de 5 chiffres par station :

BBBDD FCTTN βbbPP MMmmμ.

BBB pression en dixième de millimètre (le premier chiffre 7 est supprimé) ;

DDF vent direction de 0 à 32, force de 0 à 9.

C état du ciel Code international de 0 à 9.

TT température en degrés entiers. On ajoute 50 au nombre lorsque la température est négative (Code International) ;

N — direction des nuages supérieurs (cirrus et cirrostratus) de 0 à 9 (Code International).

β caractéristique de tendance de 0 à 9 (Code International);
bb tendance en dixième de millimètre en ajoutant (Code international) + 50 à la direction du vent pour les tendances négatives ;
PP pluie en millimètres tombée depuis l'observation de 7 heures la veille ;
MM température maxima } de 7 heures la veille à 7 heures jour de l'observation ; notées en degrés entiers, ainsi qu'il a été dit plus haut.
mm température minima }
μ état de la mer (Code international) de 0 à 9. Ce chiffre est omis et le groupe correspondant n'a que 4 chiffres pour les stations de l'intérieur des terres.

2° *Observations de treize heures et dix-huit heures.* — 2 groupes de 5 chiffres et 1 groupe de 2 chiffres par station :

BBBDD FCTTβ bb.

Les télégrammes commencent par les mots METEO FRANCE.

Les stations qui manquent sont remplacées par un seul groupe de 5 X : XXXXX. Les observations qui manquent sont remplacées par des X.

Les groupes de chiffres concernant une station sont précédés d'un groupe de 2 chiffres indicatifs de la station.

STATIONS ET INDICATIFS

01 Rochefort.
02 Biarritz.
03 Bordeaux.
04 Bruxelles.
07 Dijon.
06 Calais (Saint-Inglevert).
9 Limoges.
11 Saint-Mathieu.
13 Mayence.
14 Montpellier.
15 Paris (Dugny).
18 Rennes.
19 Strasbourg.
21 Toulouse.
22 Tours.
24 Saint-Julien-en-Genevois.
27 Alençon.
28 Amiens.
29 Cosne.
30 Le Havre.
31 Istres.
32 Metz.
33 Privas.
34 Sommesous (Marne).

Les tableaux suivants serviront de clef pour la traduction de ces radiotélégrammes :

DD. — *Direction du vent au sol.*

N.	32	S.	16
N.-N.-E.	02	S.-S.-W.	18
N.-E.	04	S.-W.	20
E.-N.-E.	06	W.-S.-W.	22
E.	08	W.	24
E.-S.-E.	10	W.-N.-W.	26
S.-E.	12	N.-W.	28
S.-S.-E.	14	N.-N.-W.	30

F. — *Force du vent.*

0 à 1 mètre	0	8 à 10 mètres	5
1 à 2 —	1	10 à 12 —	6
2 à 4 —	2	12 à 15 —	7
4 à 6 —	3	15 à 18 —	8
6 à 8 —	4	Au-dessus de 18 mètres	9

TT. — *Température en degrés entiers.*

On ajoute 50 au nombre lorsque la température est négative. Pour les températures voisines de 0, on adopte la convention suivante :

De — 1°,4 à — 0°,5	51	De 0°,1 à 0°,4	00
De — 0°,4 à — 0°,0	50	De 0°,5 à 1°,4	01

β. — *Caractéristique de la tendance.*

C'est-à-dire chiffre caractérisant l'allure de la courbe du baromètre pendant trois heures précédant l'observation.

Baromètre stationnaire	0	Stationnaire, puis en hausse.	5
— irrégulier	1	Stationnaire, puis en baisse.	6
Monte régulièrement	2	En baisse, puis stationnaire.	7
Baisse régulièrement	3	En hausse, puis stationnaire ou en baisse	8
D'abord en baisse, puis en hausse	4	Crochet d'orage	9

C. — *État du ciel.*

Ciel sans nuages	0	Pluie	5
Ciel 1/4 couvert	1	Neige	6
Ciel 1/2 —	2	Brouillard léger (mist.)	7
Ciel 3/4 —	3	Brouillard épais (fog.)	8
Ciel couvert	4	Orage	9

N. — *Direction des nuages supérieurs.*

Type cirrus et cirrostratus exclusivement.

Nuages observés n'ayant aucun mouvement appréciable	0	Nuages venant du S.-W.	5
Nuages venant du N.-E.	1	— de l'W.	6
— de l'E.	2	— du N.-W	7
— du S.-E.	3	— du N.	8
— du S.	4	Pas d'observations	9

bb. — *Tendance barométrique.*

C'est-à-dire variation barométrique en millimètres et en dixièmes de millimètre dans les trois heures qui précèdent l'heure de l'observation. Si la tendance est négative, on ajoute 50 au nombre DD indiquant la direction du vent.

μ. — *État de la mer.*

Calme	0	Houleuse	
Très calme	1	Très houleuse	6
Belle	2	Grosse	7
Peu agitée	3	Très grosse	8
Agitée	4	Furieuse	9

Observation de sept heures. — Extrait : fin du télégramme :..... 19 76 804 20 619 21 400 5 963.

Ce qui se traduit par :

Strasbourg : Pression barométrique 776^{mm},8 ; vent du N.-E. ; force 2 à 4 mètres par seconde ; ciel sans nuage ; température : — 11° ; pas d'observation de nuages supérieurs ; baromètre monte régulièrement ; valeur de la hausse dans les trois dernières heures + 1^{mm},4, pas de pluie depuis la veille

sept heures; température maxima — 9°, température minima — 13°.

Bulletin météorologique B. C. M. — Le « B. C. M. » est émis quotidiennement par le poste de la Tour Eiffel, à 11 h. 30 m. Greenwich (ondes amorties de 2.600 m., étincelles musicales) et contient les données relatives aux quatorze stations météorologiques suivantes :

STATIONS ET INDICATIFS

S.	Stornoway.	CF.	Clermont-Ferrand.
V.	Valencia.	N.	Nice.
C.	Copenhague.	PE.	Perpignan.
HE.	Le Helder.	BI.	Biarritz.
PR.	Prague.	CR.	La Corogne (Socia).
P.	Paris.	R.	Rome.
O.	Ouessant.	A.	Alger.

Le bulletin indique les éléments météorologiques principaux de chaque station, donnés par un groupe de six chiffres et correspondant aux observations relevées le même jour à 7 heures du matin, puis la position des centres principaux de hautes et de basses pressions, enfin une prévision générale pour la journée suivante, concernant le vent et l'état du ciel en France.

Chacun des quatorze groupes correspondant aux quatorze stations est de la forme N BB DD FC ;

N : Indicatif de la station (une ou deux lettres);
BB : Pression en millimètres entiers, le chiffre 7 des centaines étant omis
DD : Direction du vent
F : Force du vent ;
C : État du ciel.

Quand les observations d'une station font défaut, aucune mention n'est faite de cette station dans le radiotélégramme,

Exemple de radiotélégramme :

B C M — S. 552422 — V. 602431 — ..... A. 640000 — Minimum nord-ouest Écosse ; maximum centre France à Espagne.

Probable : Nord et ouest : vent sud-ouest modéré ; nuageux, pluie.

Est et Sud : vent faible, variable ; nuageux, brumeux.

La signification des chiffres relatifs à la direction du vent (DD), à la force du vent (F) et à l'état du ciel (C) est donnée par les tableaux correspondants du code international. Il n'y a une légère différence que pour les derniers chiffres relatifs à la force du vent : 7 = de 15 à 15 m., 8 = de 15 à 18 m. ; 9 = plus de 18 m.

Les tableaux qui précèdent ne sont donnés qu'à titre de renseignements généraux, l'amateur qui s'intéresserait à la rédaction complète des bulletins météorologiques pourra demander à l'Office National Météorologique la clef et l'horaire à jour des bulletins quotidiens.

La télégraphie sans fil et la prévision du temps. — Nous croyons bon de reproduire ici à l'intention des amateurs météorologistes l'article suivant que nous avons publié en 1913 dans *La Nature* :

Toute perturbation météorologique s'accompagne invariablement d'une perturbation électrique susceptible d'être signalée à son début, dans un rayon très étendu, par les récepteurs hertziens sensibles aux ondes parasites qui naissent de la rencontre orageuse des vagues atmosphériques. Ainsi, un des avantages inattendus de la télégraphie sans fil est de se prêter à l'étude de l'état électrique de l'atmosphère et de fournir des renseignements utiles pour la prévision du temps.

Jusqu'ici, le concours de la science nouvelle s'est borné à l'enregistrement des orages. Des dispositifs à sonnerie ou des dispositifs écrivants montés sur cohéreur ou sur détecteurs électrolytiques fonctionnent dans la plupart des observatoires ; chaque déflagration orageuse, en agissant à distance sur ces appareils, s'y révèle par un appel sonore ou par une déformation brusque de la courbe du graphique d'enregistrement.

Les renseignements que peuvent fournir de tels systèmes ne sont pas sans valeur ; ils nous paraissent néanmoins, en raison du caractère uniforme de leur manifestation, d'une utilité très limitée. D'autre part, l'emploi d'un avertisseur à timbre ou d'un enregistreur graphique exige, avec un réglage délicat et compliqué, l'excitation d'ondes puissantes qui restreint à une soixantaine de kilomètres le champ des observations météoro-statiques; il s'ensuit que l'échéance des phénomènes annoncés est très brève et peu susceptible d'être mise à profit.

Une méthode d'observation beaucoup plus simple, tout à fait sérieuse, est la méthode d'écoute téléphonique à laquelle on n'a guère songé jusqu'ici et qui peut fournir, dans un rayon d'investigation immense, des renseignements inestimables.

Nous avons régulièrement étudié de cette façon, pendant toute une année, à notre poste d'expérience, les parasites atmosphériques et nous avons été frappé de la variété de ces parasites ainsi que du caractère particulier qu'ils revêtent selon la nature des phénomènes atmosphériques qu'ils accompagnent ou précèdent.

L'orage, le froid, la pluie, la tempête s'annoncent dans les récepteurs téléphoniques d'un poste de T. S. F. par des signes caractéristiques faciles à reconnaître.

Des craquements violents sont l'indice d'un orage voisin qui approche si les craquements se font de plus en plus fréquents, qui s'éloigne, au contraire, s'ils deviennent plus espacés ou s'ils s'affaiblissent.

Une forte nuée de grêle passant à proximité de l'antenne provoque dans les écouteurs un léger sifflement induit par la succession rapide des décharges entre les grêlons électrisés qui s'entrechoquent. Lorsque l'antenne reliée à un peigne parafoudre laisse échapper aux pointes de ce peigne de petites étincelles blanches et bruyantes, c'est encore l'indice d'un temps favorable à la grêle.

Un abaissement de la température, une gelée printanière, sont habituellement précédés de craquements secs, espacés, assez faibles.

Si le vent doit tourner, les parasites sont de faibles longueurs d'onde et semblent s'égrener en chapelets.

Des crépitements nombreux, auxquels se mêlent de moment en moment et assez régulièrement, des craquements forts et fusant, précèdent les grandes dépressions barométriques et annoncent la tempête.

L'approche de la pluie, de la neige ou du brouillard, en améliorant la conductibilité de l'air et du sol, favorise les communications radiotélégraphiques ; le froid et la sécheresse les compromettent au contraire.

Nous avons entendu par des nuits très calmes de frêles parasites dont le bruit rappelait le choc cristallin d'une goutte d'eau tombant au fond d'un puits ; nous en avons entendu dont le souffle à peine perceptible imitait un battement d'ailes et d'autres qui se signalaient par un tapotement bref et sourd dans l'écouteur téléphonique...

Il existe des parasites de toutes intensités, de tous genres, de toutes longueurs d'onde comme il existe une infinité de phénomènes météorologiques. Les plus intéressants à connaître ne sont pas, on le voit, ceux que signalent les cohéreurs, mais ceux nettement caractérisés que révèlent les détecteurs sensibles. Nous avons découvert avec notre détecteur à cristaux F. D. plusieurs variétés curieuses impossibles à surprendre avec le meilleur électrolytique.

Il serait sans doute téméraire d'établir sur nos données solitaires une table de prévision du temps, mais nous sommes persuadé que l'étude suivie des perturbations électriques de l'atmosphère aboutirait à une météorologie prévoyante et que des pronostics certains pourraient être tirés d'observations générales judicieusement ordonnées.

L'État, qui a favorisé pour le plus grand bien de l'agriculture, du commerce et de la navigation l'établissement de stations météorologiques, ne saurait se désintéresser de l'organisation prochaine dans ces établissements d'un service d'études aérologiques utilisant la T. S. F.

Le matériel nécessaire serait peu coûteux et toujours facile à installer ; la méthode d'observations pourrait être très

simple et le service des stations ne serait point surchargé.

Chaque observatoire devrait être doté d'un petit poste récepteur de T. S. F. utilisant avec un détecteur très sensible un montage en direct et un montage inductif.

Le collecteur d'ondes serait constitué par un gril *orienté* de 65 mètres de longueur, fait de trois brins de fil de cuivre étamé de vingt dixièmes de diamètre, distants de $1^{m},50$, placés à 12 ou 15 mètres de hauteur.

Ces données ne sont pas absolues ; mais de multiples essais comparatifs nous ont démontré qu'elles étaient des plus favorables; une antenne plus petite n'a pas un rayon d'action suffisant pour des prévisions à longue échéance, une antenne plus grande recueille trop copieusement les parasites; *quant à la question d'orientation, elle est capitale*, car il importe que les parasites se différencient par leur efficacité selon leur direction d'origine.

Les observations seraient faites avantageusement trois fois par jour : le matin à six heures et à onze heures, et le soir à neuf heures.

Elles porteraient :

a) **Utilisation du montage en direct.** — 1° Sur l'état électrique de l'atmosphère (calme ou troublé) ; 2° sur le caractère particulier des ondes parasites (fortes, faibles, brèves, fusantes, crépitantes, isolées, groupées, etc., etc.).

b) **Utilisation du montage inductif.** — 1° Sur la longueur d'onde des parasites les plus nombreux; 2° sur la valeur de la réception des émissions radiotélégraphiques et particulièrement des émissions dites « musicales ». Cette observation, toujours possible le soir, viserait de préférence une émission faible assez familière.

Nous ne doutons pas qu'en rapprochant les relevés de ces diverses observations des bulletins météorologiques ordinaires, on ne s'aperçoive bientôt d'une relation étroite entre les uns et les autres, relation de cause à effet, d'après laquelle pourra s'élaborer une science nouvelle très précise de la prévision du temps.

L'État ne pensera-t-il pas qu'une expérience aussi simple, mais grosse peut-être d'avantages inappréciables, mérite d'être tentée ?

Messages téléphonés et radio-concerts. — La radiophonie est incontestablement la découverte la plus merveilleuse de notre époque et celle dont les applications pratiques sont susceptibles d'apporter les plus heureuses commodités dans notre vie familiale, d'introduire dans nos mœurs et dans nos habitudes les plus extraordinaires changements.

La création en 1631, par Théophraste Renaudot, de la célèbre *Gazette de France*, mère de la presse moderne, comptera peut-être dans l'histoire de la civilisation pour un événement moins important que l'émission actuelle de messages radiotéléphonés et de radio-concerts.

Jamais un aussi puissant moyen d'information, d'enseignement, d'initiation artistique, de propagande n'avait été mis à la disposition des foules. L'intérêt des émissions radiophoniques est tel qu'il n'est pas exagéré de dire qu'un récepteur de T. S. F. est devenu pour tous un objet de première utilité.

Qui ne voudrait posséder chez soi cet appareil merveilleux, source de renseignements précieux, pourvoyeur de distractions relevées? Pour un sacrifice modique, qui hésiterait à doter son foyer du bénéfice des conférences de la Sorbonne, des grands concerts parisiens, des auditions théatrales des scènes en renom, des nouvelles de presse, des informations sportives, de bourse, des cours du commerce et des changes?

Trois stations d'émission radiophonique se partagent en France la tâche difficile d'instruire en amusant des milliers d'auditeurs de tous les âges, de toutes conditions mais également amateurs de téléphonie sans fil.

La Tour Eiffel, la Compagnie Française de Radiophonie, l'École supérieure des Postes et Télégraphes, avec peu de ressources, beaucoup d'ingéniosité et de bonne volonté, parviennent à réaliser chaque jour pour ces auditeurs des programmes de conférences ou de concerts intéressants et variés.

Voici pour les tout petits des contes amusants et tout de même instructifs où la fable naïve illustre la morale et souligne le précepte.

Pour les plus grands, c'est un cours de langue vivante professé selon la bonne méthode, celle de la leçon orale qui fixe tous les mots avec l'accent naturel ; ce sont des causeries scientifiques par les plus notables savants, et des études littéraires où des critiques distingués commentent les œuvres de nos grands écrivains, où les meilleurs artistes viennent dire ou lire quelques morceaux choisis.

Il n'est si lointain hameau où les bons écoliers ne puissent avoir comme leurs camarades de Paris des jeudis littéraires et des matinées musicales depuis que les premiers prix du Conservatoire et les Sociétaires de la Comédie-Française viennent réciter ou jouer à leur intention devant le microphone des postes d'émission.

Des conférences plus savantes sont réservées aux adultes : littéraires, scientifiques, économiques, philosophiques, politiques, il n'est point de sujets qui n'y soient traités et toujours par des maîtres éminents.

La poésie est à l'honneur plusieurs fois par semaine et une revue des livres a été créée tout exprès pour les bibliophiles ; des commentaires sur les lois nouvellement promulguées renseignent les citoyens. Ces graves sujets n'épuisent pas le répertoire de la radiophonie française ; en bonne place y figurent des causeries sur la mode, l'hygiène, l'économie domestique, la cuisine, et mille autres choses qui intéressent une maîtresse de maison.

Les jeunes gens qui pratiquent les sports, qui s'intéressent aux courses ne sont pas oubliés ; des leçons de danse même ont été données par radiophonie et on nous annonce des cours de musique, de diction et de chant. Quant aux amateurs de musique classique, religieuse ou de danse, ils sont peut-être les plus gâtés.

Que dire des renseignements fournis par les émissions radiophoniques aux gens d'affaires ! Elles embrassent tous les sujets : cours d'ouverture et de clôture des valeurs en

Bourse, fluctuation des changes, mercuriales des halles et marchés. Et des rapports météorologiques destinés à l'homme des champs tenu chaque jour au courant du temps probable du lendemain ! Ce sont d'inappréciables avertissements que viennent encore compléter très souvent de judicieux conseils agricoles.

Ne croyez-vous point que la puissance de la fée moderne qui dote nos foyers de semblables agréments est plus merveilleuse encore que celle des magiciennes dont la science fabuleuse servait le moindre caprice d'un prince des *Mille et une Nuits?*

C'est à M. le Général Ferrié, directeur de la Radiotélégraphie militaire, et à M. le Commandant Julien, chef du centre de T. S. F. de Paris, que revient le mérite d'avoir popularisé chez nous la radiophonie en organisant au poste de la Tour Eiffel les premières émissions de radio-concerts.

Entendrons-nous longtemps encore la voix de la Tour qui parle et qui chante nous apporter l'écho de l'art de maîtres de la musique et du chant? Un renseignement puisé à bonne source nous fait craindre qu'un jour prochain l'Administration des Postes et Télégraphes ne décide la suppression des radio-concerts de la Tour Eiffel !

Au lieu de restreindre aux seuls communiqués météorologiques les émissions radiophoniques de la Tour Eiffel, une administration avisée ne devrait-elle pas doter de ressources suffisantes notre grande station afin d'améliorer et compléter l'organisation de manifestations artistiques et littéraires dont l'écho à l'étranger ne pourrait manquer de servir avantageusement la cause de l'expansion française. Le bénéfice moral que nous en retirerions compenserait mille fois le sacrifice des dépenses engagées.

Pourquoi les théâtres subventionnés (Opéra, Opéra-Comique, Théâtre-Français) ne seraient-ils pas, à tour de rôle, reliés au poste d'émission du Champ de Mars? Pourquoi, les jours de grandes cérémonies, la Sorbonne, l'Académie, les Chambres ne le seraient-elles pas?

La Tour Eiffel deviendrait la grande tribune où seraient

exposées, officieusement, pour l'étranger les vues françaises dans les questions internationales importantes. L'Allemagne ne dédaignait point, durant la guerre, la propagande par T. S. F. et les postes de téléphonie anglais nous ont entretenus longuement de l'occupation de la Rhur il y a quelques mois.

La Compagnie Française de Radiophonie a largement contribué aussi au développement de la téléphonie sans fil en s'ingéniant pour donner satisfaction aux desiderata des auditeurs de ses concerts et de ses conférences. Il n'existe pas une autre station au monde dont les programmes aient la variété et la richesse de ceux élaborés par la Compagnie Française de Radiophonie ; aussi le speaker Radiolo est-il l'homme le mieux écouté de France ; la reconnaissance des Amateurs de T. S. F. ne peut manquer de l'immortaliser un jour et sans doute sous les traits de cet Hercule celtique dont les lèvres étaient reliées par des chaînes d'or aux oreilles de milliers d'auditeurs.

La station de l'École supérieure de P. T. T. n'est pas moins méritante que ses aînées ; les conférences, les concerts, les cours qu'elle organise savent charmer une élite cultivée et studieuse.

La liste des stations françaises qni émettent actuellement des radio-concerts et des radio-conférences est bien courte comparativement à celle qui, en Angleterre, groupe une dizaine de postes ayant une portée moyenne de 1.000 kilomètres et surtout comperativement à celle du Broadcasting américain, qui compte plusieurs centaines de stations d'émission.

Nous avons un gros effort à faire pour suivre nos rivaux ; aussi les pouvoirs publics n'encourageront jamais trop les essais d'amateurs et les entreprises d'émission.

Contribuer à la diffusion de la téléphonie sans fil, c'est multiplier pour tous les occasions d'apprendre, de comprendre et d'aimer. Songez à l'immense appui que la radiophonie peut apporter aux œuvres complémentaires de l'école, à l'inappréciable collaboration qu'elle promet aux sociétés savantes,

aux cercles artistiques, aux associations philantropiques. Pour la science, pour la vérité, pour l'art et pour le bien, souhaitons donc qu'elle occupe bientôt dans le monde la place prépondérante qu'elle mérite et qui l'attend certainement.

Aucun autre moyen de propagande ne saurait bénéficier du vaste rayon d'action de celui-ci pour servir la cause de l'expansion du génie des peuples au delà de leurs frontières, et s'il est vrai que les seules races qui se haïssent sont des races qui s'ignorent intellectuellement et moralement, la Radiophonie n'est-elle pas la messagère providentielle qui peut réconcilier tous les hommes?

Éducatrice et Institutrice des peuples, Pacificatrice des nations, telle sera demain la noble destinée de la téléphonie sans fil, si nous savons tirer parti de l'aide que nous offre cette puissante auxiliaire du Progrès, semeuse idéale dont « l'âme aux mille voix », pour emprunter l'image du poète, « vibre au centre de tout comme un écho sonore ».

Horaire des principales émissions radiophoniques. — Nous donnons ci-dessous un horaire de quelques émissions de radiophonie; mais le lecteur fera sagement de consulter les programmes que publient chaque jour les grands quotidiens et où sont indiquées les modifications apportées très souvent aux heures d'émission.

TOUR EIFFEL

Longueur d'onde : 2.600 mètres.

7 h. 45	Prévisions météorologiques pour 12 régions ;
10 h. 40	Cours des Cotons et Cafés ;
12 h. 15	Annonce de l'heure et prévisions météorologiques générales ;
15 h. 45	Cours des Cafés, Cours des Changes, Cours financiers, Cours d'ouverture de la Chambre de Commerce de Paris ;
17 h. 30	Cours de clôture et d'après Bourse ;
18 h. 15	Radio-concert ;
20 h.	Prévisions météorologiques régionales ;
23 h. 10	Prévisions météorologiques générales.

COMPAGNIE FRANÇAISE DE RADIOPHONIE

Longueur d'onde : 1.780 mètres.

12 h. 30 Informations commerciales et financières ;
12 h. 45 Radio-concert (orchestre) ;
14 h. Cours d'ouverture des valeurs à la Bourse de Paris ;
16 h. 30 Informations commerciales et financières ;
16 h. 45 Radio-concert ;
17 h. 45 Informations ;
20 h. 30 Informations et causeries ;
21 h. Radio-concert ;
22 h. Musique de danse.

STATION RADIOPHONIQUE DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DES P. T. T.

Longueur d'onde : 450 mètres.

Dans l'après-midi, assez souvent, conférences ou manifestations artistiques ou littéraires ;
20 h. 45 Radio-concert ou radio-conférence ;
21 h. Concert.

LYON

Longueur d'onde : 470 mètres.

10 h. 30 Essais radiophoniques.

BRUXELLES

Longueur d'onde : 265 mètres.

17 h. Radio-concert ;
20 h. 15 Informations de presse.

CHELMSFORD

Longueur d'onde : 1.600 mètres.

20 h. Radio-concert.

LONDRES

Longueur d'onde : 365 mètres.

20 h. Radio-concert ou conférence ;
22 h. Radio-concert.

BOURNEMOUTH

Longueur d'onde : 385 mètres.

20 h. 15 Radio-concert ;
22 h. Radio-concert.

Les stations de Leipzig, Lausanne, Madrid, Rome émettent enradiophonie à des heures très variables.

Émissions françaises météorologiques en radiophonie. — Ces émissions portent sur les éléments suivants :

ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOGIQUES PRÉVUS		PRÉVISIONS POUR LES RÉGIONS	
		RÉGION à laquelle appartient la commune	RÉGION VOISINE la plus intéressante
Caractère dominant du temps			
Vents..	Direction.............		
	Force................		
État du ciel. Portion du ciel couverte par les nuages.................... ...			
Précipitations possibles. (Pluies, averses, neiges, etc.).....			
Température.	Minimum probable de la nuit.		
	Maximum probable du jour..........		
	Variations		
Possibilité de phénomènes dangereux pour l'agriculture. (Gelées, orages, grêles, tempêtes) brouillards)...................			

Définition des termes employés.

Caractère dominant du temps. — Caractère général le plus important de la journée; par exemple : temps chaud, temps orageux, temps froid, temps pluvieux, temps à averses et éclaircies, temps brumeux, temps neigeux, etc...

Vent. — *Direction.* — La direction indiquée est celle d'où vient le vent. L'expression « vent de tel secteur » indique que le vent joue autour d'une direction, par exemple, vent de secteur est indiqué des vents d'entre sud-est et nord-est. La prévision vent variable annonce, pour une région déterminée, que l'orientation du vent est changeante au cours de la journée.

Force. — La force du vent est indiquée par les mots :

Faible : depuis le calme jusqu'à un vent faible faisant bouger un petit drapeau et les feuilles des arbres.

Modéré : vent qui tend un petit drapeau et fait bouger les petites branches.

Fort : vent qui fait bouger les feuilles des arbres et « chante » en soufflant sur les maisons.

Très fort : depuis un vent remuant des arbres entiers, jusqu'à tempête.

L'indication vent nul signifie l'absence de vent, le calme de l'air.

État du ciel. — La prévision indique la proportion des nuages qui couvrent le ciel suivant les conventions ci-après :

Pur : pas ou peu de nuages.

Nuageux : la moitié du ciel est couverte.

Très nuageux : les trois quart du ciel sont couvert.

Couvert : le ciel est complètement couvert.

Précipitations. (Pluie, averses, etc...). — Une distinction est faite entre la pluie qui représente une chute d'eau continue relativement faible durant plusieurs heures et les averses

ou ondée dont la durée est plus courte (quelques minutes à une demi-heure). La chute de pluie est plus abondante dans l'averse que dans l'ondée. Les averses peuvent donner soit de l'eau, soit de la neige, soit de la grêle; elles peuvent être orageuses. Dans les catégories des averses rentrent aussi les giboulées.

Les grains sont des coups de vent très forts, de courte durée, avec changement de direction du vent, et généralement accompagnés d'une averse et d'une chute momentanée de la température.

Température. — La prévision de 18 h. 10 donnera le minimum probable de la nuit. La prévision de 4 h. 50 donnera le maximum du jour. Le sens de la variation sera donné par les mots : en hausse, en baisse, ou stationnaire.

Régions. — Il est recommandé, surtout pour les communes qui sont sur les limites d'une région, de prendre en même temps la probabilité, pour la région à laquelle elles appartiennent, et la probabilité pour la région voisine. Par exemple les communes situées près de la limite de la Seine-Inférieure et de la Somme ont intérêt à prendre la prévision de la région Nord-Ouest et celle de la région Nord.

Liste des départements par régions.

I. — Nord (4 départements).

Aisne, Nord, Pas-de-Calais, Somme.

II. — Bretagne (4 départements).

Côtes-du-Nord, Finistère, Ille-et-Vilaine, Morbihan.

III. — Nord-Ouest (7 départements).

Calvados, Eure, Mayenne, Morbihan, Orne, Sarthe, Seine-Inférieure.

IV. — Parisienne (5 départements).

Eure-et-Loir, Oise, Seine, Seine-et-Marne, Seine-et Oise.

V. — Nord-Est (10 départements).

Aube, Ardennes, Bas-Rhin, Haut-Rhin, Haute-Marne, Marne, Meuse, Meurthe-et-Moselle, Moselle, Vosges.

VI. — Ouest (8 départements).

Charente, Charente-Inférieure, Deux-Sèvres, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Vendée, Vienne.

VII. — Centre (6 départements).

Cher, Indre, Loiret, Loir-et-Cher, Nièvre, Yonne.

VIII. — Est (11 départements).

Ain, Côte-d'Or, Doubs, Haute-Saône, Hautes-Alpes, Haute-Savoie, Isère, Jura, Rhône, Saône-et-Loire, Savoie.

IX. — Massif Central (10 départements).

Allier, Aveyron, Cantal, Corrèze, Creuse, Haute-Loire, Haute-Vienne, Loire, Lozère, Puy-de-Dôme.

X. — Sud-Ouest (12 départements).

Ariège, Basses-Pyrénées, Dordogne, Gers, Gironde, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Landes, Lot, Lot-et-Garonne, Tarn, Tarn-et-Garonne.

XI. — Sud (5 départements).

Ardèche, Aude, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales.

XII. — Sud-Est (6 départements).

Alpes-Maritimes, Basses-Alpes, Bouches-du-Rhône, Drôme, Var, Vaucluse.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FIL

La Télégraphie sans fil.

DEUXIÈME PARTIE

INSTALLATION ET CONSTRUCTION D'APPAREILS DE T. S. F. POUR EXPÉRIENCES D'AMATEURS

Principaux montages d'appareils à lampes.

TROISIÈME PARTIE

APPLICATIONS DIVERSES DE LA TÉLÉGRAPHIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SANS FIL

Définition des termes employés.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS PÈRE, R. ET P. DESLIS. — 30-6-1925.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS PÈRE, R. ET P. DESLIS.